



CAFICULTURA

PANORAMA ACTUAL EN AMÉRICA LATINA

Guillermo Canet Brenes | Carlos Soto Viquez

bba

**CAFICULTURA.
PANORAMA ACTUAL EN AMÉRICA LATINA**



Caficultura: panorama actual en América Latina / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas; Guillermo Canet y Carlos Soto (eds.).- San José, C.R.: IICA, 2017.

152 p.; 19 cm x 24 cm

ISBN 978-92-9248-730-0

1. Café 2. Cultivo 3. Producción 4. Cambio climático 5. Plagas de plantas 6. Enfermedades de las plantas 7. Medio ambiente 8. Sostenibilidad 9. Variedades 10. Comercialización 11. Adopción de innovaciones 12. Procesamiento de alimentos 13. América Latina 14. Caribe I. IICA II. Fundación Colpos. III. Canet, Guillermo IV. Soto, Carlos V. Título

AGRIS
F01

DEWEY
633.73

México
2017

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017
Colegio de Postgraduados / Fundación Colegio de Postgraduados, 2017



Caficultura: panorama actual en América Latina por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons

Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO)

(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

Colección: Biblioteca Básica de Agricultura

Autores: Guillermo Canet, Carlos Soto, Patricia Ocampo, Javier Rivera, Socorro Villanueva, Guadalupe M Guatemala y Alejandra Navarro

Fotografía de portada: Mark Daynes en Unsplash

Corrección de estilo: Alejandra Martínez Fernández

Diagramación y diseño: Content Delivery México (codex+)

Impresión: Content Delivery México (codex+)

ISBN Colegio de Postgraduados: 978-607-715-358-0

CAFICULTURA. PANORAMA ACTUAL EN AMÉRICA LATINA

Guillermo Canet Brenes
Carlos Soto Víquez

EDITORES



bba BIBLIOTECA BÁSICA
DE AGRICULTURA

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	xiii
1. PANORAMA GENERAL DE LA CAFICULTURA EN LATINOAMÉRICA.....	1
1.1. Los tipos comerciales de café cultivados y exportados a nivel mundial.....	2
1.2. Panorama general quinquenio 2010-2015.....	3
1.3. La producción cafetalera en Brasil	3
1.4. La producción cafetalera en Colombia	6
1.5. La producción cafetalera en México.....	6
1.6. La producción cafetalera en Perú.....	7
1.7. La producción cafetalera en Centroamérica	8
1.8. La importancia económica y social de la caficultura en Centroamérica.....	9
1.9. El volumen de café producido en Centroamérica	10
1.10. La producción y la industrialización del café en la región latinoamericana	13
1.11. Principales amenazas a la producción cafetalera en Centroamérica	13
1.11.1 El cambio climático y la caficultura	13
1.11.2 La inestabilidad de precios y el manejo deficiente de los cafetales.....	14
1.11.3 La epidemia de la roya en el quinquenio 2010-2015.....	15
1.11.4 Factores que afectan la producción cafetalera y las epidemias de roya	17

1.11.5. Las acciones conjuntas de los países de la región ante los efectos del cambio climático en la producción cafetalera	18
Resumen	21
2. PLAGAS, ENFERMEDADES Y VARIEDADES DE CAFÉ PROPIAS DE LA CAFICULTURA EN LATINOAMÉRICA	23
2.1. El manejo integrado de plagas y enfermedades en la explotación cafetalera	24
2.2. La broca de los frutos del café.....	25
2.3. El control agronómico de la broca del café.....	27
2.4. El control biológico de la broca del café	28
2.5. El control químico de la broca del café.....	28
2.6. Las enfermedades propias del cultivo del cafeto	29
2.7. La roya del cafeto.....	33
2.8. Sintomatología de la roya del cafeto.....	34
2.9. Descripción del agente causal de la roya del cafeto.....	35
2.10. Ciclo de vida del hongo y su evolución en el cafeto.....	35
2.11. Influencia del cambio climático en la ocurrencia de epidemias de la roya.....	35
2.12. Un factor de gran importancia: la nutrición adecuada del cafeto	36
2.13. Las prácticas de control químico para el correcto combate de la roya.....	36
2.14. Las prácticas agronómicas para el control de la roya	37
2.15. Las variedades de café resistentes a la roya	38
2.16. El híbrido de Timor.....	38
Resumen	41
3. MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD	43
3.1. La caficultura en Brasil y su condición diferenciada con el resto de Latinoamérica	44
3.2. Generalidades de los sistemas de cultivo y la industria brasileña.....	44
3.3. Evolución de los sistemas de cultivo en Latinoamérica	45
3.4. La tecnificación de la caficultura en Centroamérica.....	47
3.5. Los beneficios y ventajas de los sistemas de cultivo que utilizan árboles de sombra	49
3.6. Protección del suelo y aporte de materia orgánica	49
3.7. Conservación de la humedad del suelo.....	50
3.8. Regulación del microclima interno de la plantación	51
3.9. Efectos sobre la calidad de la bebida en los sistemas de cultivo con uso de sombra	51
3.10. Los sistemas de cultivo bajo sombra y la biodiversidad.....	51
3.11. El aumento de la productividad contrastado con los costos de producción.....	53
3.12. El uso intensivo de agroquímicos y el daño al medio ambiente	54
3.13. Conceptos básicos del sistema de cultivo de café tecnificado con uso de sombra.....	55
3.14. Conceptos generales para el establecimiento de sistemas de cultivo con sombra regulada.....	56
3.15. Las variedades cultivadas en sistemas de caficultura con uso de sombra regulada.....	56

3.16. La densidad de siembra	57
3.17. La implementación de árboles de sombra	59
3.18. Utilización de especies comerciales para sombra regulada.....	59
3.19. El cambio climático y su impacto sobre la caficultura	60
3.20. La expectativa de las condiciones climáticas previstas en el futuro cercano.....	61
3.21. Estudios de clima para la región centroamericana.....	61
3.22. Los efectos del cambio climático en la producción de café y la adaptación al cambio.....	62
3.23. Aumento de las necesidades hídricas de las plantas.....	62
3.24. Cambios en la floración y formación de frutos	62
3.25. Aumento de los problemas de plagas y enfermedades.....	63
3.26. Cambio climático en las zonas geográficas aptas para el cultivo del café	64
3.27. Las alternativas de adaptación de la caficultura ante el cambio climático	64
3.28. Uso de subproductos del proceso de beneficiado para el cultivo de café.....	66
3.29. Combustibles biomásicos utilizables para el proceso de beneficiado de café	69
3.30. La generación de energía eléctrica utilizando combustibles biomásicos	69
Resumen.....	70
4. COMERCIALIZACIÓN DE CAFÉ Y ALTERNATIVAS DE INNOVACIÓN	73
4.1. Los tipos de café comercial en el mercado mundial.....	74
4.2. El período de mercado regulado por acuerdos internacionales.....	75
4.3. El diferencial de precios entre los tipos arabica y robusta.....	75
4.4. La producción mundial de café	76
4.5. La producción de café en América del Sur	76
4.6. La producción de café en Centroamérica y México	76
4.7. La exportación mundial de café	77
4.8. Los precios internacionales del café	77
4.9. La volatilidad de los precios del café.....	78
4.10. El consumo mundial de café.....	79
4.11. El consumo interno en los países exportadores.....	80
4.12. El consumo en los mercados emergentes	80
4.13. El consumo en los mercados importadores habituales	80
4.14. Las claves del incremento en el consumo de café.....	81
4.15. Los nichos de mercado para el café de calidad diferenciada de Latinoamérica	83
4.16. El mecanismo de certificación y el concepto de producción sostenible	84
4.17. El enfoque de producción sostenible como protección y defensa del medio ambiente	85
4.18. Los beneficios y el costo económico del mecanismo de certificación.....	85
4.19. El enfoque de producción sostenible establecido por cada tipo de certificación.....	85
4.20. La producción de café orgánico	85
4.21. La proliferación de etiquetas de producción sustentable.....	86

4.22. El enfoque de la sostenibilidad social.....	87
4.23. La etiqueta de certificación de Comercio Justo (Fair Trade).....	87
4.24. Los desafíos para los sistemas de producción certificada.....	89
4.25. La paradoja del comercio mundial de café.....	89
4.26. El atributo del “valor inmaterial” del café como característica en los mercados del norte.....	91
4.27. Los cafés de calidad especial como opción para Latinoamérica.....	91
4.28. El nicho de mercado para los cafés de calidad diferenciada.....	92
4.29. El antecedente latinoamericano de café reconocido por su región de origen.....	93
4.30. El café en nichos de mercado que aplican las herramientas de propiedad intelectual.....	93
4.31. PROMECAFE y su trabajo en Indicaciones Geográficas y Denominación de Origen.....	94
4.32. Los productos y logros del programa de protección de la calidad por el origen.....	94
4.33. La metodología para calificación de la calidad aplicable a los cafés especiales.....	95
4.34. Los parámetros físicos para la calificación de la calidad del café oro.....	96
4.35. El protocolo de análisis de calidad del café de IICA/PROMECAFE.....	97
4.36. La normativa técnica disponible en los países de la región del Caribe.....	98
Resumen.....	98
5. TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN EL PROCESAMIENTO DEL CAFÉ.....	101
5.1. La evolución de las tecnologías de procesamiento de café para su comercialización.....	102
5.2. Panorama tecnológico actual en la comercialización y procesamiento del café.....	103
5.3. Tendencias tecnológicas en el procesamiento del café.....	105
5.4. Café destilado en frío y café nitrogenado (<i>nitro coffee</i>): ¿la cuarta ola?.....	111
5.5. Ingeniería en el procesado del café.....	113
5.6. Degustación del café.....	116
5.7. Oportunidades para Latinoamérica.....	118
Resumen.....	121
6. VISIÓN PROSPECTIVA DE LA CAFICULTURA LATINOAMERICANA.....	123
6.1. El panorama actual del mercado mundial del café a criterio de la OIC y otros.....	124
6.2. Los fenómenos de volatilidad de precios y los incrementos de la producción.....	124
6.3. El incremento en el consumo mundial de café.....	125
6.4. El crecimiento del consumo en los mercados emergentes y en países exportadores.....	125
6.5. El mercado de los cafés de alta calidad.....	126
6.6. El cambio climático y las perspectivas para la producción mundial de café.....	127
6.7. Las alternativas de producción de café frente al impacto del cambio climático.....	128
6.8. Las acciones inmediatas que deben promover los organismos gubernamentales.....	128
Resumen.....	129
7. BIBLIOGRAFÍA.....	131

CUADROS Y GRÁFICAS

CUADRO 1.	Producción de café arábica y robusta (en mil bolsas de 60 kg) en los principales estados productores de Brasil en el año 2008	5
CUADRO 2.	Centroamérica: producción de café 2007-2015	11
CUADRO 3.	Efectos de la roya. Cosecha 2012-2013	16
CUADRO 4.	Plagas del café comunes en Mesoamérica	25
CUADRO 5.	Principales enfermedades del café	30
CUADRO 6.	Normas de referencia aplicables para la calificación del café oro	97
CUADRO 7.	Factores que inciden en la elección de una bebida caliente	

GRÁFICA 1.	Mayores productores de café en el mundo	2
GRÁFICA 2.	Producción mundial de café por especie	74
GRÁFICA 3.	Exportación mundial de todas las formas de café a cualquier destino	77
GRÁFICA 4.	Precios del café arábica y robusta, período 1991-2014	79
GRÁFICA 5.	Consumo de café por tipos de mercado, período 1964-2012	81
GRÁFICA 6.	Volumen de comercio y consumo mundial de café	82
GRÁFICA 7.	Número de registros por país	107
GRÁFICA 8.	Número de registros por año	107
GRÁFICA 9.	Número de registros por empresas/organizaciones	108
GRÁFICA 10.	Las tecnologías más protegidas	109
GRÁFICA 11.	Número de registros (<i>cold brew coffee</i>) por año	112
GRÁFICA 12.	Principales empresas/organizaciones titulares en tecnologías para <i>cold brew coffee</i>	112

FIGURAS

FIGURA 1.	Sintomatología de la roya del cafeto	34
FIGURA 2.	Sistema de cultivo tradicional en zona de bosques	46
FIGURA 3.	Sistema de cultivo de café tecnificado sin uso de sombra	48
FIGURA 4.	Sistema de cultivo de café tecnificado con uso de sombra	49
FIGURA 5.	Aporte de material orgánico al suelo por los árboles de sombra	50
FIGURA 6.	Conservación de la humedad del suelo en sistema de cultivo con sombra	50
FIGURA 7.	Sistema de cultivo de café con sombra similar a bosque natural	53
FIGURA 8.	Densidad de siembra en sistema con sombra regulada	57
FIGURA 9.	Establecimiento del sistema con sombra regulada	58
FIGURA 10.	Panorámica de hileras en el sistema con sombra	58
FIGURA 11.	Utilización de sombra con leguminosas con poda sistemática	59
FIGURA 12.	Utilización de sombra con especies comerciales	59
FIGURA 13.	Barreras vivas contra viento y erosión en sistemas de sombra regulada	63
FIGURA 14.	Pulpa semiseca y máquina para prensado de la pulpa	67
FIGURA 15.	Pulpa semicomposteada aplicada al suelo en la base del cafeto	68
FIGURA 16.	Pulpa pergamino elaborada como pellets listos para su combustión	69
FIGURA 17.	Gasificador para tratamiento de la pulpa y generador eléctrico con biogás	70
FIGURA 18.	Nube de palabras capturadas	106
FIGURA 19.	Países con mayor número de registros	108
FIGURA 20.	Tostador de tambor rotatorio	115
FIGURA 21.	Tostador de lecho fluidizado	115
FIGURA 22.	Tostador de lecho fuente	115
FIGURA 23.	Sistema de lechos fuente en multietapa para el tostado de café	119

ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

ANACAFÉ	Asociación Nacional del Café de Guatemala
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
CAC	Consejo Agropecuario Centroamericano
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CICAFFE	Centro de Investigación del Café en Costa Rica
CIRAD	Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (por sus siglas en inglés)
FNC	Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
FEWSNET	Famine Early Warning Systems Network
ICAFFE	Instituto del Café de Costa Rica
IHCAFE	Instituto Hondureño del Café
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
NAMA	Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (por sus siglas en inglés)
OIC	Organización Internacional del Café
OIRSA	Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PACA	Política Agrícola Centroamericana
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROMECAFE	Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura
RUTA	Unidad Regional para el desarrollo sostenible del CAC
SCAA	Asociación de Cafés Especiales de América
SCAE	Asociación de Cafés Especiales de Europa
SICA	Sistema de Integración Centroamericana
SIECA	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
UTZ	Programa de certificación para cosechas de café

PRESENTACIÓN

El café es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica a nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del petróleo en materia de cifras de comercio internacional generando ingresos anuales mayores a 15 000 millones de USD para los países exportadores y brinda fuente de trabajo a más de 20 millones de personas; el café ocupa un lugar primordial en el mercado mundial de bebidas y constituye un elemento esencial en la vida diaria de las diferentes poblaciones en todo el planeta, quienes lo disfrutan en el desayuno o como complemento de las actividades en su quehacer diario.

En los países latinoamericanos ha formado parte de su cultura y ha constituido un elemento esencial para el desarrollo de su vida republicana, donde el 90 % de la producción agrícola está en manos de pequeños productores en la región comprendida desde Perú hasta México. Esta gran masa de pequeños agricultores ha sufrido el embate de diversos fenómenos económicos y climáticos encabezados por la grave crisis de precios ocurrida en la primera mitad de la década del siglo XXI; los bajos precios dificultaron a los productores tener los ingresos necesarios para cubrir los gastos de mantenimiento y renovación de plantaciones y, en muchos casos, incluso aquellos necesarios para cubrir sus necesidades básicas, situación que derivó en el abandono de la producción cafetalera y/o migración temporal en búsqueda de ingresos suplementarios en detrimento del mantenimiento de las plantaciones de café con perjuicio directo sobre la producción agrícola de los ciclos subsiguientes.

Esta difícil situación se ha agravado por la aparición paralela de eventos climáticos extremos conformados por períodos de sequía seguidos por eventos de lluvias excesivas. Como resultado conjugado del descuido de las plantaciones y las lluvias extremas se produjeron epidemias de roya en Colombia en el 2008 y en Centroamérica en el 2012 causando una pérdida de la producción estimada entre un 20 % y un 40 % con variaciones entre los países productores. Las entidades gubernamentales de estos países han realizado esfuerzos y convocado foros de discusión técnica de donde surge el consenso y el compromiso de ejecutar programas para financiar la renovación de las plantaciones mediante la siembra de variedades resistentes al hongo causante de la roya, así como a otras enfermedades. El acervo de elementos técnicos concluye que los impactos del cambio climático están causando graves daños a la agricultura y que la capacidad de reacción de los agricultores será insuficiente para afrontar las nuevas condiciones propias de la producción agrícola a menos que se tomen acciones decididas de apoyo financiero y técnico por parte de los gobiernos de la región desde Perú hasta México.

Se ha acumulado la experiencia y el conocimiento técnico materializado en el concepto de “manejo integrado de plagas y enfermedades”, el cual procura minimizar el uso de agroquímicos y proveer barreras naturales que limiten las condiciones en las que las plagas y enfermedades puedan alcanzar dimensiones de daño económico de importancia para los caficultores.

En la región mesoamericana los sistemas de cultivo de café son en su mayoría del “tipo tradicional”, constituidos por cantidad de cafetos plantados en un contexto arbóreo que le da condiciones de semibosques. Confrontadas con la amenaza del cambio climático, las instituciones cafetaleras de los países latinoamericanos se han implicado en el desarrollo de sistemas de cultivo intensivo con uso de sombra regulada, que contempla las condiciones ambientales de luminosidad y régimen de lluvias para fundamentar el grado de densidad de la sombra, lo cual es la tendencia tecnológica aceptada y recomendada a nivel de los institutos cafetaleros de los países productores de la región mesoamericana. Así mismo, se tiene por demostrado que estos sistemas reúnen los elementos necesarios para que las comunidades rurales puedan afrontar los impactos del cambio climático consistentes en eventos extremos de sequía, lluvias intensas y el aumento gradual de la temperatura ambiental.

La libre disponibilidad de cafés de todos los tipos conduce a un incremento importante en su consumo a nivel mundial y, de modo paralelo, se produce el fenómeno de la volatilidad de los precios internacionales del café caracterizado por grandes altibajos. En el intento de buscar soluciones permanentes en materia de precios mínimos pagados a los caficultores ocurrió la aparición de diversas organizaciones no gubernamentales que promovieron la implementación de etiquetas de café sostenible divididas en la sostenibilidad social y la sostenibilidad ambiental, esta última con la certificación de café orgánico es la que ha logrado mayor desarrollo abarcando ya un 8 % del mercado mundial de café y es donde Perú y México destacan como los mayores productores de este tipo de café producido en sistemas de cultivo de semibosques.

El mercado de café de calidad diferenciada constituye la mejor alternativa para el café producido en Latinoamérica y en función de ello se han desarrollado iniciativas para su comercialización mediante el sistema marcario de protección por denominación de origen, cuyo primer exponente es Colombia con el logro del reconocimiento por la Unión Europea de la Indicación Geográfica Café de Colombia representada por la Federación Nacional de Cafeteros.

De modo paralelo, en la región de Centroamérica y el Caribe el programa IICA/PROMECAFE ejecutó en el período 2000 a 2010 un programa para promover el comercio de café de calidad especial de la región mediante el sistema de marcas por Indicación Geográfica y/o Denominación de Origen; este programa tiene entre sus logros la creación e inscripción de proyectos de Denominación de Origen para regiones de Guatemala, El Salvador y Honduras, así como la apertura de los mecanismos legales necesarios para la inscripción de estos proyectos en todos los países de la región del Caribe asociados a PROMECAFE; cabe mencionar que el programa también logró la implementación de los sistemas normativos necesarios para la certificación de la calidad en las instituciones normalizadoras de todos los países asociados.

Los datos estadísticos de producción, exportación y consumo de café a nivel mundial muestran un gran crecimiento del mercado del café en las diferentes vertientes que lo componen, dependiendo de aspectos culturales y de los cambiantes estilos de vida propios de cada país o región. El mayor incremento en el consumo de café está ocurriendo en los mercados emergentes y en los países exportadores teniendo como su mayor exponente a Brasil, país que ya está cercano a constituirse como el más importante consumidor de café a nivel mundial.

El panorama presente y futuro del mercado mundial de café ofrece grandes oportunidades para el mantenimiento y crecimiento de la caficultura latinoamericana. El consumo de café crece en los mercados aptos para el café arábica lavado. La tendencia de los precios de este tipo de café mantiene un comportamiento favorable para este producto en el último quinquenio; sin embargo, el sector de mayor crecimiento y de mejores precios reside en el segmento de los cafés de calidad especial.

La presente obra muestra el panorama de desafíos y amenazas para la caficultura ofreciendo las respuestas y soluciones que el conocimiento actualizado provee para la conducción acertada y sostenible de la producción agrícola de café en la región latinoamericana. En el momento presente el gran auge del consumo de café ofrece magníficas oportunidades aparejadas con grandes desafíos, particularmente en el área de comercialización, cuyo elemento clave lo constituye la desvinculación del café con su condición definida tradicionalmente como un *commodity*, apelativo que lo ha arrastrado a condiciones injustas y perjudiciales para los agricultores.

PANORAMA GENERAL DE LA CAFICULTURA EN LATINOAMÉRICA

Guillermo Canet y Carlos Soto

La bebida de café tiene un encanto especial como ninguna otra de preparación similar. Millones de personas disfrutan su exquisito sabor y aroma en diversos momentos de su día a día; se prepara mediante la infusión de los granos tostados del fruto del cafeto. La calidad de la bebida de café depende de muchos factores: origen genético, latitud, altitud, clima del lugar de cultivo, cuidados sanitarios, prácticas agronómicas, cultura cafetera, calidad de la cosecha, tipo y control durante el proceso de beneficio, trilla, almacenamiento, tostación y preparación de la bebida.

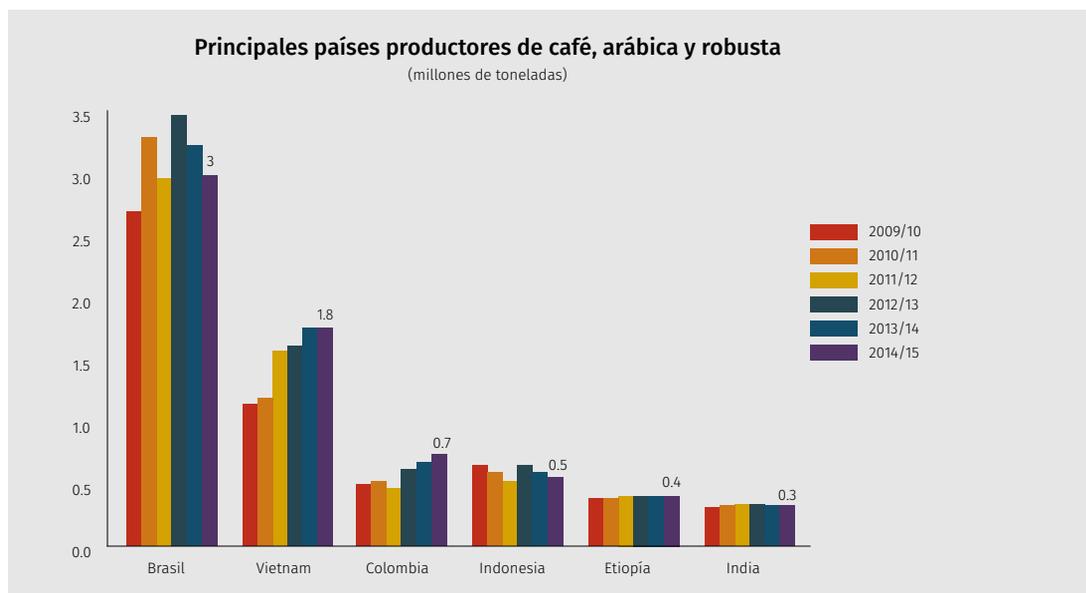
El arbusto de café es originario de las selvas tropicales de la moderna Etiopía. Al principio fue cultivado por los árabes a partir el siglo X, y siglos después llegó al nuevo mundo con el colonialismo europeo. Muy pronto se convirtió en un cultivo de importancia económica y su comercio y exportación han sido elemento fundamental de la historia de los países de América Latina. Desde su introducción en Mesoamérica, hace casi doscientos años, ha sido uno de los productos de exportación tradicionales de la región. El arbusto de café es un elemento integral del paisaje, con su consecuente impacto en los aspectos ambientales, sociales y culturales haciéndose presente en los paisajes naturales de Latinoamérica. Varios de los mejores cafés de calidad mundial se cultivan en las altitudes medias (1 350 a 1 850 msnm) desde Perú hasta México, zonas que son el hogar de millones de personas, muchos de los cuales se ganan la vida gracias al cultivo del café.

El café es un producto de gran importancia en el mercado mundial y su cultivo se realiza generalmente en las regiones tropicales. Hoy, más de 80 países lo cultivan variando por sus diferentes tipos de calidad y poco más de 50 países lo exportan. Por su valor comercial es uno de los principales productos agrícolas con una participación importante en el comercio mundial, produciendo ingresos anuales superiores a los 15 000 millones de USD para los países exportadores y dando empleos directos e indirectos a poco más de 20 millones de personas dedicadas al cultivo, transformación, procesamiento y comercialización de este producto en todo el mundo.

1.1. Los tipos comerciales de café cultivados y exportados a nivel mundial

La producción mundial de café se divide en tres tipos básicos: los suaves, los arábigos – brasileños, y los robusta, y cada tipo recibe un proceso diferente; así los suaves también denominados “lavados” por su proceso de lavado (despulpado, lavado y secado efectuados tan pronto han sido cosechados); los segundos generalmente son no lavados (el grano cosechado mecánicamente se somete al secamiento y se almacena conservando su pulpa y cáscara exterior, luego se trilla y clasifica para su entrega al comprador) y por este tipo de proceso la calidad de la bebida tiene condiciones diferentes a la de los suaves (“lavados”); los del tipo robusta tienen una cotización más baja en el mercado debido a la calidad de su bebida como a su precio. Los países con mayor producción de café a nivel mundial son: Brasil, Vietnam, Colombia, Etiopía e India. La posición de Brasil en el contexto de la caficultura mundial es decisiva en cuanto a la producción mundial (CEFP, 2001; ICAFE, 2014).

GRÁFICA 1. Mayores productores de café en el mundo.



Fuente: CEDRSSA, 2014 y Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).

El café pertenece a la familia Rubiaceae y al género *Coffea*. Dos especies son de importancia económica en el mundo: *Coffea arabica* Linneo y *C. canephora* Pierre ex Froehner, las cuales se conocen en el mercado como cafés arábigos y robustas, respectivamente. En general, el café de la especie *C. arabica* presenta aroma y acidez pronunciadas, mientras que el café robusta se caracteriza por tener mayor cuerpo. Ambas especies se distinguen por sus características botánicas, genéticas, agronómicas, químicas y morfológicas. El 80 % de la producción mundial corresponde a la especie arábiga que se cultiva principalmente en los países centroamericanos de Colombia y Brasil; en algunos países asiáticos como la India, y del África como en Kenia y Etiopía. La mayoría del café de la especie *C. canephora* se cultiva en el África, Indonesia y Brasil (Rice y McLean, 1999). En el mercado mundial, la calidad del café colombiano es reconocida y estimada como una de las mejores dentro de los cafés arábigos (Puerta, 1998; Rainforest Alliance, 2001).

La especie *C. arabica* es originaria de las montañas de Etiopía. Desde el inicio de la caficultura se reconocen dos variedades de café arábica: *C. arabica* variedad Arabica o variedad Typica, la cual se cultivó en los jardines botánicos holandeses. Fue introducida por los franceses al Caribe y desde allí se difundió a los países de Centro y Sudamérica. La variedad Bourbon fue cultivada por los franceses en las islas Bourbon o Reunión. Todas las variedades de *C. arabica* cultivadas en el mundo se derivan de estas dos variedades (Puerta, 1998).

1.2. Panorama general quinquenio 2010-2015

El café es uno de los productos de mayor importancia para la producción agrícola en muchos de los países latinoamericanos y por ello ha sido de capital importancia para su desarrollo republicano, particularmente en los casos de Brasil y Colombia en Sudamérica y de Guatemala y Costa Rica en Centroamérica; de modo paralelo Perú y México son los mayores productores de café orgánico, un producto cuyo cultivo es muy favorable a la protección y conservación del medio ambiente y además conduce a la formación de asociaciones de pequeños productores en áreas rurales remotas. Conviene por ello brindar al lector una breve reseña de la caficultura en estos países referida a su situación actual (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

1.3. La producción cafetalera en Brasil

El café ha tenido una participación decisiva en el desarrollo social, económico, político y cultural de Brasil desde la primera mitad del siglo XIX hasta comienzos del siglo XX. Por ello las transformaciones sucedidas en la caficultura han impactado a la evolución de este país latinoamericano, teniendo especiales consecuencias por los cambios en el paisaje de regiones que antes fueron zonas boscosas (Sacco dos Anjos *et al.*, 2011).

Brasil es el mayor productor y el más grande exportador mundial de café, este país dispone de amplias zonas que reúnen condiciones óptimas para el cultivo de café, ahí se producen y procesan los diferentes tipos de café en la mayor escala comercial del mundo concentrada en un solo país, de modo

que conviene citar expresamente el detalle de la situación de la caficultura brasileña en su condición más actualizada.

El café es cultivado en trescientas mil explotaciones (2/3 son pequeños productores) de once estados federados brasileños y en 1 850 municipios, con una superficie cultivada de 2.1 millones de hectáreas y una productividad media de 22 bolsas de 60 kg por hectárea. Además, se estima que dicho sector genera 8.4 millones de empleos directos e indirectos. La producción cafetalera suma actualmente cerca de 42 millones de bolsas. La concentración de la producción se da en los estados del sureste brasileño: Minas Gerais (49 %), Espírito Santo (29 %), São Paulo (9 %), Bahía (7 %) y Paraná (6 %). El tipo arábica representa el 76.3 % de la producción nacional, el robusta tiene el 23.7 %... Tradicionalmente son los pequeños productores los que se dedican al cultivo de la arábica en regiones de altiplano para la obtención de un producto de mayor calidad y diferenciación. El café robusta es normalmente cultivado en regiones recientemente incorporadas en estados como Espírito Santo y Bahía y en grandes explotaciones mecanizadas y bajo sistemas de riego (Sacco dos Anjos et al., 2011).

En los últimos años la distribución está cada vez menos acentuada; el café arábica se expandió hacia grandes extensiones del Cerrado brasileño (bajo sistemas más sofisticados de producción y calidad), y el robusta comenzó a ser cultivado en explotaciones familiares en zonas de escasa altitud y clima más cálido. En Brasil el consumo de esta variedad se ha incrementado aún más dado que el robusta es utilizado como “blend” (mezcla) en el 50 % de la producción, y para la producción del café soluble (25 % de la producción). En términos mundiales, el robusta alcanza un precio que se sitúa alrededor de USD 80 céntimos mientras que el arábica gira en torno a los USD 160 céntimos por libra (datos referentes a 2010). La rentabilidad del robusta supera a la del arábica debido a la inexistencia de bianualidad y mayor grado de rusticidad (Sacco dos Anjos et al., 2011).

Aunque la superficie cultivada en Brasil no presenta mayores cambios en 1998 y 2009, la producción creció de forma sustancial como resultado de la implementación de técnicas agronómicas de avanzada. Los altibajos de la producción en el período son producto del fenómeno de la bianualidad propio de la producción del café arábica y también por la influencia de los fenómenos debidos al cambio climático. Resulta evidente la tendencia hacia el incremento de la productividad de los cafetales brasileños y el consecuente aumento del volumen exportado, el cual fue de 30.5 millones de bolsas de 60 kg durante el año 2009 generando un ingreso de 4 000 millones de USD. La participación brasileña en la exportación mundial se ha incrementado desde un 22 % a finales de los noventa hasta casi un 32 % en el año 2014. De particular interés es el crecimiento del consumo interno de café que ha llevado a Brasil a ser el mayor productor del planeta y también a convertirse en un importante consumidor de este producto alcanzando poco más del 14 % del consumo mundial, muy cercano al mayor consumidor que es Estados Unidos (Sacco dos Anjos et al., 2011; ICAFE, 2014).

CUADRO 1. Producción de café arábica y robusta (en mil bolsas de 60 kg) en los principales estados productores de Brasil en el año 2008.

Producción (en mil bolsas)			
Estado	Arábica	Robusta	Total
Minas Gerais	23.349	36	23.385
Espírito Santo	2.783	7.454	10.237
São Paulo	4.622	-	4.622
Paraná	2.490	-	2.490
Bahía	1.542	585	2.127
Rondônia	-	1.839	1.839
Mato Grosso	12	136	148
Pará	-	233	233
Río de Janeiro	255	13	269
Otros	215	286	501
Brasil (total)	35.268	10.582	45.850

Fuente: Convenio MAPA-SPAE/CONAB.

Aunque la superficie cultivada en Brasil no presenta mayores cambios en 1998 y 2009, la producción creció de forma sustancial como resultado de la implementación de técnicas agronómicas de avanzada. Los altibajos de la producción en el período son producto del fenómeno de la bianualidad propio de la producción del café arábica y también por la influencia de los fenómenos debidos al cambio climático. Resulta evidente la tendencia hacia el incremento de la productividad de los cafetales brasileños y el consecuente aumento del volumen exportado, el cual fue de 30.5 millones de bolsas de 60 kg durante el año 2009 generando un ingreso de 4 000 millones de USD. La participación brasileña en la exportación mundial se ha incrementado desde un 22 % a finales de los noventa hasta casi un 32 % en el año 2014. De particular interés es el crecimiento del consumo interno de café que ha llevado a Brasil a ser el mayor productor del planeta y también a convertirse en un importante consumidor de este producto alcanzando poco más del 14 % del consumo mundial, muy cercano al mayor consumidor que es Estados Unidos (Sacco dos Anjos *et al.*, 2011; ICAFE, 2014).

En la cosecha 2014-2015 la producción cafetalera de Brasil ascendió a 45 639 millones de sacos de 60 kilos, mientras que para la cosecha 2015-2016 el volumen producido fue de 43 235 unidades (ICAFE, 2014).

1.4. La producción cafetalera en Colombia

Colombia es el mayor productor de café del tipo denominado “suave o lavado” en el mundo. El café fue introducido en Colombia por los jesuitas a comienzos del siglo XVIII y desde entonces la caficultura desarrolló un papel clave en el proceso de colonización de tierras; así mismo, el cultivo le dio presencia al país en el mercado mundial de café hasta convertirse en el eje del comercio exterior. La caficultura colombiana se desarrolla en las laderas de la cordillera de los Andes y la Sierra Nevada de Santa Marta, una región con pendientes pronunciadas y prolongadas, zonas caracterizadas por regímenes pluviométricos de gran intensidad (entre 1 500 y 3 000 mm de lluvia anual). En sus inicios se cultivó café variedad Typica pero a finales de la década de los veinte se introdujo la variedad Bourbon por su alto rendimiento en producción. Después de 1952 se introdujo la variedad Caturra desde el Brasil. Luego en la década de los ochenta se promovió el cultivo de la variedad Colombia desarrollada en Cenicafé, la cual se obtuvo de la variedad Caturra y el híbrido de Timor; dicho material fue desarrollado por su resistencia a la roya del cafeto. Esta variedad ocupa el 27 % del área sembrada, el resto pertenece a cultivos de las variedades Typica, Caturra y Bourbon, principalmente (Puerta, 1998; Cárdenas, 1994).

Colombia goza de reconocimiento internacional por el origen de su café. El café de Colombia es una indicación geográfica protegida que fue reconocida en forma oficial por la Unión Europea el 27 de septiembre de 2007. Dicha denominación se le otorga al café 100 % arábigo (*coffea arabica*) producido en las regiones cafeteras de Colombia. El término café de Colombia también es una marca de certificación registrada en Estados Unidos el 7 de julio de 1981, y en Canadá el 6 de julio de 1990. Así mismo, está reconocido como Denominación de Origen Protegida en otros países del mundo como Ecuador, Bolivia y Perú. En la cosecha 2014-2015 la producción cafetalera de Colombia ascendió a 13 333 millones de sacos de 60 kilos y para la cosecha 2015-2016 el volumen producido fue de 13 500 unidades (ICAPE, 2014; Samper, 2014).

1.5. La producción cafetalera en México

México produce cafés de excelentes calidades debido a que su topografía, altura, climas y suelos le permiten cultivar y producir variedades clasificadas dentro de las mejores del mundo, la variedad genérica que se produce en México es la arábica, que se clasifica dentro del grupo de “otros suaves”. Destacan por su calidad las variedades Coatepec, Pluma Hidalgo, Jalatenango, Marago y Natural de Atoyac, solo por citar algunas. México es el primer productor mundial de café orgánico y uno de los primeros en cafés “gourmet”. El café se cultiva en doce estados de la República Mexicana situados en la parte centro-sur del país, estos estados son: Colima, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz. Más de 80 % de la producción se destina para la exportación y Chiapas es el principal productor nacional. El sistema de cultivo del café se realiza mayoritariamente bajo el sistema de sombra. En la producción del café participan más de 280 000 productores en su mayoría minifundistas e indígenas que viven en zonas marginadas agrupados en diferentes organizaciones de carácter local y regional. Los grupos de productores tienen

personalidad jurídica y la casi en su totalidad están organizados en asociaciones de comercialización. Algunas asociaciones venden cantidades menores de café tostado envasado para el mercado interno. La mayoría de las asociaciones ya cuentan con certificaciones orgánicas y algunas también con certificaciones de manejo amigable con las aves y de comercio justo. Además, México también es uno de los principales productores de café orgánico certificado, cuya demanda internacional se ha incrementado a una tasa anual de 15 % durante la última década. Los sistemas de café de sombra (como un proceso de producción certificable) tienen una mayor biomasa, más nutrientes y biodiversidad, menos maleza y plagas, así como un mejor balance de agua y microclima (CEFP, 2001; CEDRSSA, 2014).

En la cosecha 2014-2015 la producción de café de México ascendió a 3 591 millones de sacos de 60 kilos y para la cosecha 2015-2016 el volumen producido fue de 3 900 unidades (ICAFE, 2014; CEDRSSA, 2014).

1.6. La producción cafetalera en Perú

En el Perú el café se cultiva en elevaciones desde los 600 hasta los 1 800 msnm en casi todas las regiones geográficas del Perú. Sin embargo, el 75 % de los cafetales están sobre los 1 000 msnm. La variedad de climas, suelos, precipitación y luz solar conforman un ambiente ideal para la producción del café. Las variedades cultivadas son: Typica (70 %), Caturra (20 %), y otras (10 %). Se emplea el sistema de cultivo bajo sombra, principalmente de leguminosas, a una densidad promedio de 2 000 plantas por hectárea. El café es cultivado en 210 distritos rurales ubicados en 47 provincias de 10 departamentos de un total de 24 que conforman el Perú. La superficie cultivada es de aproximadamente 230 000 hectáreas distribuidas en tres zonas, y la región más apropiada y que produce café de alta calidad está localizada al extremo central oriental de la cordillera de los Andes, conocida como zona de la selva con clima de región tropical (Navarro, 2015).

La zona norte compuesta por 98 000 hectáreas cafetaleras ocupa el 43 % del área total y agrupa los departamentos de Piura, Cajamarca, Amazonas y San Martín. La zona central comprende 79 000 hectáreas, aproximadamente el 34 % de los cafetales del Perú, y reúne Junín, Pasco y Huánuco. Finalmente los departamentos de Apurímac, Ayacucho, Cusco y Puno abarcan 53 000 hectáreas que comprenden el 23 % del área total, la cual está integrada por el pequeño productor que predomina en este cultivo. Los pequeños caficultores con fincas de dimensiones menores a 10 hectáreas representan el 62.5 %, el 30 % tiene fincas de tamaño entre 10 y 30 hectáreas, y el 7.5 % con fincas mayores a 30 hectáreas. Con el objetivo de alinearse a las tendencias del mercado, los caficultores peruanos cultivan café orgánico y otros tipos de calidades especiales reconocidos por sus características refinadas de calidad de taza, acidez y sabor balanceado que se pega a los microclimas definidos como “estricta altura” ubicados a los 1 400 – 1 800 msnm (Navarro, 2015).

En la cosecha 2014-2015 la producción de café de Perú ascendió a 2 883 millones de sacos de 60 kilos, mientras que en la cosecha 2015-2016 el volumen producido fue de 3 200 unidades.

1.7. La producción cafetalera en Centroamérica

En Centroamérica se produce cerca del 20 % del café exportado mundialmente. En el mercado mundial el café centroamericano se asigna al grupo de “otros suaves”. El sector cafetalero centroamericano se caracteriza tanto por la diversidad de tamaño de las fincas y prevalencia de muchos pequeños productores, como por la diversidad de sistemas de producción. En la región se cultivan principalmente variedades arábicas denominadas Typica, Bourbon, Maragogipe, Caturra, Catuaí, Pacas, Villa Sarchí y Geisha. También se cultivan híbridos arábica-robusta, como catimor y sarchimor, estos últimos provienen de cruzamientos de variedades arábicas con un híbrido espontáneo entre una arábica y una robusta de Timor más resistente a la roya, enfermedad que causó graves daños en las cosechas de 2012 y 2013. Centroamérica goza de reconocimiento en los mercados internacionales por la alta calidad de su café, porque es cultivado en las zonas altas y utilizando sistemas de cultivo bajo sombra, el cual es tradicional en la región y es propio de los sistemas agroforestales contribuyentes a la conservación de la vida silvestre y que además proporcionan servicios de gran beneficio para la población, tales como la diversificación de productos e ingresos bajando los riesgos asociados al monocultivo, la conservación del suelo y su humedad, mantenimiento de hábitats para polinizadores y otros tipos de biodiversidad benéfica, la reducción de extremos en climas locales y un mejor manejo de cuencas. Estas características han constituido al sector cafetalero como un actor clave en la respuesta al cambio climático, sin embargo es un agroecosistema muy vulnerable a sus efectos (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

El mercado mundial de café del grupo “otros suaves” es reconocido por su buena calidad la cual se subdivide en subtipos asignados por las diferentes altitudes de las zonas productoras, lo que estableció la práctica comercial del uso de distintas clasificaciones. Las zonas altas se ubican las regiones centrales de Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica y Panamá. En Costa Rica se ha dividido la producción considerando aspectos de altura y agroclima, asignando ocho regiones para las diferentes alturas: desde los 600 msnm, donde el café es más ligero, y las zonas con altitudes superiores a 1 200 msnm, de origen volcánico, donde el café es más aromático (ICAFFE). Las regiones son Brunca, Guanacaste, Orosi, Tarrazú, Tres Ríos, Turrialba, Valle Central y Valle Occidental. En Guatemala los tipos de producción asociados a la altura son “prima lavado” cultivado a una elevación entre los 600 y 900 msnm, pasando por extra prima lavado, semiduro, duro, duro fantasía, estrictamente duro cultivada arriba de 1 400 msnm, y genuino Antigua cultivada entre 1 400 msnm y 1 700 msnm. En Guatemala el café denominado Antigua tiene gran reconocimiento internacional y por ello goza de una cotización diferenciada de precio.

En El Salvador la producción de café es reconocida por los tipos de café “gourmet” de alta calidad, desde sus inicios el cultivo se ha realizado en los departamentos de Santa Ana, Ahuachapán, La Libertad Usulután y, en menor grado, en La Paz y San Vicente. En Honduras la clasificación se realiza por tipos y por altura de cultivo: el *Strictly High Grown*, el cual se cultiva a alturas superiores a 1 200 msnm; el *High Grown*, producido a alturas entre 900 y 1 200 msnm; y el *Central Standard*, que se cultiva a alturas entre 600 y 900 msnm. En Panamá las zonas de producción reconocidas por su calidad son Boquete, Cerro Punta, Volcán y Río Sereno de la provincia de Chiriquí (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

1.8. La importancia económica y social de la caficultura en Centroamérica

La producción de café es de suma importancia económica para la región centroamericana, es uno de los principales cultivos de exportación agrícola, genera empleos para aproximadamente 1.8 millones de personas anualmente y gran parte del cultivo pertenece a pequeños productores. El trabajo relacionado con el café es una fuente decisiva de ingresos para los hogares en áreas rurales de los países de la región, lugares donde las oportunidades de diversificación de medios de vida y cultivos no son abundantes. A pesar de que la producción de café ha decrecido su participación en el PIB, las plantaciones cubren más de un millón de hectáreas. La gran mayoría de las fincas de café pertenecen a productores de pequeña escala quienes padecen difíciles condiciones de vida; aunque en algunos casos los grandes y medianos productores tienen participación importante en la producción. Así, el café representa 9 % del valor de las exportaciones de Centroamérica; sin embargo en los casos de Nicaragua y Honduras esta participación es mayor. En la región centroamericana la producción de café tiene capital importancia como medio de vida para las poblaciones rurales y en todos los países la caficultura es realizada mayoritariamente por pequeños productores. A fin de evidenciar esta realidad, a continuación se anota textualmente la información generada por los diferentes ministerios de agricultura (Piñeiro et al., 2014):

En todos los países de la región Caribe los caficultores de baja escala representan aproximadamente 70 % de los productores de café. En Costa Rica la producción cafetalera se concentra en miles de pequeños productores, de los cuales el 91 % registran entregas menores a 100 quintales de café oro. Para la cosecha 2012-2013, estos aportaron 42 % de la producción nacional. Se estima que la superficie sembrada de café en áreas menores a cinco hectáreas representa 44 % de la superficie cultivada total. Del resto de productores, 6 % cuenta con superficies de entre 5 y 20 hectáreas, representando 21 % del área destinada a café y 2 % tiene plantaciones de más de 20 hectáreas, representando 35 % de la superficie (ICAFFE, 2013).

En El Salvador, 80 % de los productores disponen de menos de 7 hectáreas y en conjunto producen alrededor de 12 % del total nacional con alrededor de 13 % del área cultivada; el 15 % de los productores poseen fincas de 7 a 35 hectáreas y producen alrededor de 23 % de la producción nacional y tienen 20 % del área sembrada. Finalmente, 5 % de los productores poseen fincas mayores a 35 hectáreas, su producción aporta 65 % del total nacional y representan 35 % del área sembrada.

En Guatemala, según el censo agropecuario de 2004, en ese año existían en el país 171 334 fincas de café de las cuales 83 % son menores a 3.5 hectáreas, poseen 26 % de la superficie y producen 17 % de la producción total. El 14 % de las fincas tienen un tamaño entre 3.5 y 22 hectáreas, que representan 16.4 % de la superficie total y producen 15 %. Por último, 2.3 % de las fincas tienen una superficie mayor a 22 hectáreas, poseen 58 % de la superficie y producen 68 %. De acuerdo con un reporte de MAGA de 2013, alrededor de 90 000 productores y 500 000

trabajadores están involucrados en el cultivo de café en el país. En el año agrícola 2002-2003, el café representaba 40.5 % de la superficie nacional cultivada.

En Honduras alrededor de 91 % de los productores producen menos de 100 quintales de café oro, ocupan 67 % de la superficie sembrada con este producto y producen 50 % del total nacional. Los productores medianos producen entre 100 y 500 quintales de café oro, ocupan 24 % de la superficie sembrada y producen 33 % de la producción. Los grandes productores producen más de 500 quintales de café oro cada uno, ocupan 9 % de la superficie y producen 17 % del total nacional (IHCAFE, 2001).

Según el censo agropecuario de Nicaragua de 2011, existen 44 519 explotaciones dedicadas a la producción del café en una superficie de 126 154 hectáreas. 77 % de estas explotaciones tienen menos de 3.5 hectáreas y en su conjunto ocupan 23 % de la superficie dedicada a este cultivo. 19 % cultivan entre 3.5 y 14 hectáreas y poseen 29 % de la superficie sembrada. Únicamente 4 % de las explotaciones poseen fincas mayores a 35 hectáreas, que en conjunto representan 48 % de la superficie sembrada de café (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

Al abordar la problemática de la caficultura en Centroamérica los países confrontan la situación común donde el café se cultiva, mayoritariamente, en pequeñas parcelas en las zonas donde la incidencia de la pobreza es alta. La mayoría de los hogares agropecuarios pobres explotan pequeñas fincas, en general, en condiciones de una agricultura de subsistencia, siendo así que el 57 % de los productores agrícolas centroamericanos disponen en promedio de menos de cinco hectáreas y ocupan solo el 4 % de la superficie total. A partir del año 2011 ha ocurrido una disminución de la producción de café que ha causado un serio impacto en el empleo estacional así como en la tasa de pobreza regional. En todos los países de la región la mayor parte del problema de la pobreza está en el sector rural, con más del 60 % de las personas por debajo del umbral de la pobreza viviendo en zonas rurales. Las condiciones descritas son más graves en Guatemala y Honduras, donde más del 50 % de la población y el 70 % de los pobres, son rurales (Piñeiro *et al.*, 2014).

1.9. El volumen de café producido en Centroamérica

El café ha sido uno de los productos de mayor influencia en la economía y la generación de empleo, sin embargo, su importancia dentro del valor de la producción agrícola ha venido decreciendo en algunos países debido a la introducción de cultivos más rentables. En el caso de Nicaragua, el café representó alrededor de 50 % del valor de la producción agrícola en 1980, pero en 2011 fue de 21 %, lo cual podría explicarse por una reconversión productiva en el país. En El Salvador pasó de representar 40 % del valor de la producción agrícola en 1980 a 20 % en 2011 debido a la expansión de cultivos no tradicionales. En Costa Rica el café generó alrededor de 34 % del valor de la producción agrícola en 1980, disminuyendo a 7 % en 2011, debido a que allí los productos no tradicionales como la piña han incrementado su participación. Caso opuesto es el de Honduras donde el café se mantiene como su

principal producto agrícola, aunque ha experimentado variaciones. Así en 2005 representó 26 % pero volvió a aumentar su participación al 34 % en 2011. En el caso de Panamá el café ha aumentado su participación de 4 % en 1980 a 8 % en 2011 (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

CUADRO 2. Centroamérica: producción de café 2007-2015.

Año de cosecha	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
Costa Rica	1.797	1.580	1.447	1.581	1.776	1.658	1.444	1.408	1.492
El Salvador	1.505	1.450	1.075	1.873	1.164	1.242	537	690	762
Guatemala	4.100	3.785	3.835	3.950	3.850	3.763	3.189	3.328	3.400
Jamaica	20	32	25	21	24	24	20	21	21
Panamá	176	149	138	114	106	116	110	95	100
Nicaragua	1.906	1.445	1.871	1.638	2.193	1.991	1.941	2.050	2.175
Honduras	3.640	3.450	3.603	4.331	5.903	4.537	4.568	5.400	5.750
República Dominicana	465	645	352	378	491	488	425	397	400

*Miles de sacos de 60 kg.

Fuente: Organización Internacional del Café.

Con algunas variaciones entre los países, el cultivo del café aún tiene importancia económica en la región centroamericana; en los últimos diez años, la producción de café ha representado 3 % del PIB de Honduras, 2 % en Nicaragua y 1.5 % en El Salvador y Guatemala. En Belice y Costa Rica el café tiene menor importancia en comparación con cultivos no tradicionales como los cítricos y la piña. A continuación se anotan textualmente los datos más relevantes:

En Centroamérica se produjeron alrededor de 740 000 toneladas métricas (t) de café anualmente entre 2001 y 2009. La tasa de crecimiento anual de la producción ha sido de 1.25 % desde la década de los ochenta. El país con mayor producción en 2011 fue Guatemala con aproximadamente 270 000 t, seguida por Honduras, Costa Rica, Nicaragua y El Salvador, que produjeron entre 238 000 t y 78 000 t, y por último Panamá con 11 000 t. La mayor parte de la producción se destina a la exportación. En 2010 la región exportó alrededor de 85 % de la cantidad producida. Sin embargo, la importancia del café dentro de la economía y del comercio se ha ido reduciendo por la incorporación y crecimiento de productos agrícolas no tradicionales y el crecimiento de la manufactura. En 2012 la participación del café dentro de las exportaciones varió según el país: en Honduras representó alrededor de 17 %, Nicaragua 13 %, Guatemala 8.5 %, El Salvador 7 %, Costa Rica 3.6 % y Panamá 1 %. Los rendimientos de

café alcanzaron un promedio regional de 0.9 t/ha en 2011, superior al promedio mundial de 0.79 t/ha, pero con gran variación entre departamentos. De ellos, 32 reportaron rendimientos superiores al promedio mundial, coincidiendo en 14 casos con los de mayores volúmenes de producción. No obstante, el rendimiento regional promedio aumentó solo 0.1 t/ha, mientras que los rendimientos mundiales han crecido de 0.48 t/ha a 0.79 t/ha en las últimas tres décadas (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

Una característica común en la región es que aproximadamente el 90 % de la producción de café ha sido destinado a la exportación dejando el remanente para consumo interno según la información del período entre 1980 y 2011. El consumo per cápita del café en toda la región ha variado alrededor de 2.5 kg por habitante al año, promedio considerado bajo en comparación con los países desarrollados, sin embargo los reportes más recientes del caso costarricense muestran nuevas tendencias al aumento del consumo interno (Piñeiro *et al.*, 2014).

En el estudio de la producción cafetalera reciente de la región centroamericana debe tenerse presente el proceso productivo desarrollado en la década de 1970 y principios de los ochenta por la ejecución de los programas de tecnificación de café, los cuales condujeron a un proceso de reducción o eliminación de la cobertura de sombra y al mismo tiempo conllevaron al aumento de la densidad de siembra de las plantas de café; estos programas fueron promovidos por la agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional como un método para reducir el impacto de la roya. La producción de café aumentó entre 1980 y 2011 un 37 % y su rendimiento promedio para la región alcanzó 0.9 t/h, cifra que es superior a la media mundial (Williams-Guillén *et al.*, 2014). La implementación de los sistemas de producción “tecnificada” enfocados al mayor rendimiento del café implicó cambios en los sistemas de plantación con variedades comerciales híbridas, el aumento de la densidad de la plantación, el uso de agroquímicos comerciales y la reducción de la sombra en la plantación. Estos sistemas incluyeron el policultivo comercial con una sola capa de sombra de diversas especies, sombra de una sola especie y monocultivo sin sombra. En Centroamérica, la tecnificación de la producción estuvo asociada con los esfuerzos de control de la roya en las décadas setenta y ochenta. Pero los estudios de este hongo realizados en los últimos años sugieren que su incidencia se asocia más a la temperatura, la humedad, el viento y diversas prácticas del productor que al grado de sombra, la cual puede tener efectos multidireccionales (Avelino, 2013; Jha *et al.*, 2014; Rice y McLean, 1999).

En este punto es preciso considerar que las condiciones presentes de la caficultura centroamericana difieren mucho de ese escenario, en tanto que la caficultura a pleno sol hoy día es sujeto de críticas de diversos sectores conservacionistas porque contempla el uso intensivo de agroquímicos, la eventual exposición del suelo a procesos erosivos, el envejecimiento prematuro de la plantación y la consecuente necesidad de renovación anticipada de plantas, etc., lo anotado aquí es conforme a criterios que ganan aceptación en los medios que promueven los sistemas agroforestales como mecanismo para afrontar el impacto del cambio climático, el cual se discute con mayor detalle en el capítulo 5.

1.10. La producción y la industrialización del café en la región latinoamericana

De modo simplificado el proceso productivo del café en Latinoamérica se divide en tres fases: producción agrícola, procesamiento e industrialización. La producción agrícola considera las variedades de café cultivado (arábiga o robusta), el sistema de producción y siembra (a pleno sol o bajo sombra, sombra regulada) y técnicas de cultivo (orgánico y no orgánico). En el procesamiento se ejecutan dos etapas: el despulpado que produce el cambio de cereza a café pergamino seco y su almacenamiento, luego el trillado que produce el cambio de pergamino a café oro (verde) que es el producto terminado. En la primera etapa de procesamiento (beneficio húmedo), el café en fruta se despulpa y se obtiene el pergamino húmedo que es sometido al proceso de secado que produce el café pergamino seco. Tradicionalmente el beneficio húmedo empleaba grandes volúmenes de agua, lo cual ha cambiado sustancialmente en Costa Rica donde se ha implementado intensivamente la tecnología de beneficio ecológico desarrollada por CENICAFE en Colombia. En algunos países y por reconocimiento de valor agregado se aplica el “beneficio artesanal”, el cual consiste en despulpar las frutas maduras en una despulpadora manual, dejarlas reposar y, una vez llegado el punto de fermento, lavarlas y ponerlas a secar. La segunda fase de procesamiento (beneficio seco) es el trillado para obtener el grano de café libre del endospermo que se denomina “café oro” o, para mejor entendimiento con los mercados de habla inglesa, “café verde”. El café oro se somete a procesos de clasificación definidos por la forma, tamaño y peso del grano uniformados de acuerdo con los contratos de venta del grano. El valor agregado de este proceso reside en la producción de lotes de calidad diferenciada. El café está industrializado cuando está listo para someterlo al proceso de tostadura que facultará la preparación de la infusión para su consumo final. En esta etapa de tostadura operan plantas tostadoras (mezclas) y plantas solubilizadoras (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

1.11. Principales amenazas a la producción cafetalera en Centroamérica

1.11.1 El cambio climático y la cafcultura

El impacto del cambio climático acaecido en el último decenio sobre la cafcultura regional y las poblaciones dependientes de su producción ha incrementado las amenazas de múltiples orígenes asociadas con los cambios del clima. La planta de café, en sus diferentes etapas de crecimiento y la producción del grano, es muy sensible a las condiciones climáticas, principalmente a luz, temperatura, lluvia y humedad. Por ello la ocurrencia de eventos extremos y los cambios inesperados en los patrones climáticos afectan la cafcultura. El cultivo del café esta aclimatado al patrón de lluvias, que presenta un período lluvioso de mayo a octubre en la mayoría de las regiones de producción. El café también ha tenido un proceso de adaptación a la topografía, conducido por la producción de diferentes variedades según la altitud, obteniéndose mejor calidad en las zonas altas. Aunque la región se caracteriza por la variabilidad de las lluvias, hay creciente evidencia de que los cambios en los extremos de lluvia intensa y sequía y alza progresiva de la temperatura (especialmente la nocturna) están provocando efectos directos e indirectos en el cultivo del café los cuales incluyen una mayor incidencia de enfermedades, degradación de suelos y la reducción de servicios ambientales como control de plagas y polinización. Los eventos extremos también deterioran la infraestructura que es parte clave en las operaciones de

procesamiento y transporte del producto. La sequía que ha afectado a la región en 2014 ha complicado aún más el panorama, especialmente en la vertiente del Pacífico seco de Centroamérica, que ha causado una grave disminución en la producción de granos básicos o que ha confrontado a la población a una situación de inseguridad alimentaria. La prolongada canícula tuvo efectos desfavorables para los procesos de formación y desarrollo de los frutos de café con la consecuente reducción del rendimiento. Para los productores de subsistencia de granos básicos y para los trabajadores que dependen de la cosecha de café para conformar sus ingresos ha sido un duro proceso de sobrevivencia (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

El panorama se presenta muy difícil, particularmente en el caso de las poblaciones vulnerables que habitan en las cercanías de las fincas y que no disponen de otros medios de producción y trabajo para aportar a la demanda diaria de alimentos y servicios sociales (Piñeiro *et al.*, 2014).

La situación presente en Nicaragua ejemplifica las condiciones críticas de las poblaciones rurales dependientes de la agricultura como medio de vida; la presunción contempla que la producción el café podría reducirse enormemente en algunas zonas consideradas críticas por efecto del cambio climático. La condición resultante acarrearía un grave impacto sobre la población activa dado que casi un tercio depende del café para su manutención; en consecuencia el efecto sobre la estructura social del país y las ya presentes migraciones en búsqueda de medios de vida. Sin embargo los agricultores no tienen aún la percepción necesaria para adoptar las medidas de adaptación necesarias ante el riesgo existente para la producción de cultivos. El café genera el 20 % del PIB y produce del 20 al 25 % de los ingresos obtenidos por la exportación en Nicaragua. Las pérdidas potenciales ocasionadas por efecto del cambio climático se han estimado que representan casi el 20 % del PIB de Nicaragua, lo que sugiere que para la producción de café del país se espera una reducción en un 82 % entre 2010 y 2050 (Quiroga *et al.*, 2014).

1.11.2. La inestabilidad de precios y el manejo deficiente de los cafetales

Desde la ruptura del convenio internacional de control de precios del café ocurrida en 1989, las condiciones de intercambio comercial se han deteriorado y la gran variación de los precios internacionales ha afectado en diferentes períodos a la producción de café y ha inducido a un deficiente manejo agrícola de los cafetales, lo cual se ha sumado a los problemas ocasionados por los efectos de las condiciones climáticas cambiantes. Las sequías prolongadas, el aumento de las temperaturas o la novedad de las fuertes lluvias afectan directamente a las plantas de café debido a los cambios de las condiciones de cultivo e, indirectamente, producen condiciones favorables para el desarrollo de las plagas y enfermedades (Piñeiro *et al.*, 2014).

La reducción y/o las fluctuaciones del precio internacional del café han impactado durante diferentes períodos los ingresos de los productores. En la década pasada, los bajos precios impidieron a los productores obtener ingresos necesarios para cubrir los gastos en el mantenimiento y la renovación

de plantaciones, e incluso para cubrir sus necesidades básicas, causando el abandono de los cafetales y la migración temporal en búsqueda de ingresos suplementarios, todo ello en perjuicio de la producción del ciclo subsiguiente. En conclusión, la producción agrícola es afectada por diferentes factores asociados al cambio climático como la elevación de la temperatura, los cambios en los patrones de lluvias, el nivel de aridez y el deterioro en los ecosistemas que contribuyen con servicios a la producción, todo lo cual induce cambios en las enfermedades que afectan la producción, como lo ha sido el caso de la epidemia de la roya que se presentó a partir de la cosecha 2012 (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

Las fuertes epidemias de roya que se han experimentado durante los últimos 37 años en América Central y Colombia fueron concurrentes con períodos de baja rentabilidad de café debidos a la disminución de los precios del café, como fue el caso en la epidemia de la roya de 2012-2013 en Centroamérica, o debido a los aumentos en costos de los insumos como sucedió en las epidemias sufridas por la caficultura colombiana de 2008 a 2011. La baja rentabilidad condujo a la gestión desmejorada de las plantaciones de café, lo que resultó en el aumento de la vulnerabilidad a las plagas y enfermedades (Avelino *et al.*, 2006).

1.11.3. La epidemia de la roya en el quinquenio 2010-2015

La roya del café es una enfermedad fúngica que afecta a los arbustos de café del género *Coffea*, donde el cultivo de la especie arábica es el más susceptible. El hongo ataca las hojas provocando defoliaciones y causando la muerte de las ramas, limitando la cantidad y afectando la calidad intrínseca de los granos de café. En el caso de una defoliación moderada pueden ocurrir pérdidas de la producción en un rango del 20 al 40 %, en tanto que una defoliación severa puede provocar la pérdida total de la capacidad productiva de las plantas. En el momento presente la roya es la principal enfermedad que afecta a la producción del café en la región del Caribe y Centroamérica. El ataque de la roya se extendió como epidemia grave en Costa Rica en 1989-1990, en Nicaragua en 1995-1996 y en El Salvador en 2002-2003. A partir de 2012, la roya ha causado daños severos a la caficultura de América Central y se han producido grandes pérdidas en la producción de café en esta región a causa del ataque del hongo; no obstante la enfermedad puede controlarse mediante un adecuado manejo agronómico de las plantaciones (Piñeiro *et al.*, 2014; Avelino *et al.*, 2006).

La epifitias de roya ocurrida en 2012 ha sido la más grave y extendida en toda la región de México y Centroamérica, con excepción de Panamá. Los primeros estudios sugieren que esta epidemia se diferencia de las anteriores porque se adelantó al ciclo productivo presentándose antes de la cosecha, estimulada quizás por las temperaturas más altas (incluyendo las nocturnas), lo que permitió al hongo tener más horas de condiciones aptas para su desarrollo; los datos de los daños ocasionados se anotan a continuación (Avelino, 2013; CEPAL y CAC/SICA, 2014):

Según PROMECAFE, en la región centroamericana se redujo la producción para la cosecha 2012-2013 en aproximadamente 20 %, provocando la pérdida de 4.1 millones de qq de café oro.

La mayor afectación ocurrió en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, con reducciones de producción en el rango del 20 % al 33 % durante la cosecha 2012-2013. Costa Rica tuvo también pérdidas importantes durante el período anotado pero fue del 7 %. La epidemia de roya ocasionó que casi el 30 % del área cultivada de café resultara gravemente defoliada y con muerte de las ramas de los cafetos, por lo que debió aplicarse la poda severa, o incluso la renovación, que conlleva pérdidas para las cosechas 2013-2014 y 2014-2015. Las exportaciones regionales del período julio-diciembre de 2013 fueron 34 % menores que las del período en 2012. La disminución fue mayor en Honduras (55 %), Nicaragua (44 %), Costa Rica (19 %) y Guatemala (17 %). Los ingresos de productores y jornaleros se redujeron seriamente y para los productores la situación se complicó al confrontar costos más altos para adoptar las prácticas de control. Las consecuencias de la epidemia seguirán causando menores volúmenes de producción y exportación los siguientes ciclos.

El alcance del problema se puede ver en las cifras de producción, ya que entre 2011 y 2013 la producción total en los cinco países de Centroamérica ha caído un 24 % y, por desgracia, la caída continuó en 2014. En el Cuadro 4 figura un resumen del efecto de la roya del café en el año de cosecha 2012-2013. Se calcula que el daño total en la región fue de 4.1 millones de quintales oro y que costó alrededor de 680 millones de USD. En promedio, más del 50 % del total de la zona productora de café de Centroamérica ha sido afectada por la plaga. Las tasas de incidencia son las siguientes: El Salvador 74 %; Guatemala 70 %; Costa Rica 64 %; Nicaragua 37 % y Honduras el 31 % (Piñeiro et al., 2014).

CUADRO 3. Efectos de la roya. Cosecha 2012-2013.

	Volumen (QQ oro)		Mano de obra		Área (manzanas)	
	Producción	Pérdida de producción	Total	Pérdida de empleos	Área total	Área afectada
Costa Rica	2 316 932	156 265	110 000	14 000	133 480	85 200
El Salvador*	2 614 000	884 000	130 000	44 000	216 105	159 456
Guatemala	5 200 000	1 100 000	500 000	75 000	391 920	274 243
Honduras	7 385 029	1 544 288	1 000 000	100 000	397 600	121 077
Nicaragua	2 285 399	465 000	158 000	32 000	178 741	66 531
TOTAL	19 801 360	4 149 553	1 898 000	265 000	1 317 846	706 a507

*Volumen en quintales Oro Uva. La pérdida de producción está medida en comparación a la cosecha 2010-2011.

Fuente: Información con base en datos dados por PROMECAFE, IHCAFE, ICAFE, ANACAFÉ y Consejo Salvadoreño del Café.

A consecuencia de la devastación causada en los cafetales cientos de miles de familias rurales confrontan el riesgo de la seguridad alimentaria, este es el caso de los jornaleros agrícolas y los pequeños caficultores. En la región centroamericana y del Caribe más del 80 % de los trabajadores de café son pequeños productores y son ellos quienes tendrán menores posibilidades para superar las pérdidas ocasionadas por la roya. Esta crisis ha impactado gravemente las oportunidades de empleo de los obreros de la recolecta de la cosecha; a continuación se anotan los datos de mayor relevancia para ilustrar esta situación:

Según el World Forum Programme (WFP), el impacto de la roya ha llevado a una situación de inseguridad alimentaria a más de 157 mil familias en Honduras, Guatemala y El Salvador, principalmente pequeños productores y jornaleros. Al mismo tiempo, WFP estima que los recursos destinados a paliar esta situación solo han cubierto un 30 % de las necesidades durante 2013 (Piñeiro et al., 2014).

A consecuencia de la epidemia de roya, la demanda de mano de obra ha disminuido entre un 10 % y un 32 % en las regiones cafetaleras, por su parte los jornales se redujeron entre un 14 % y un 22 %, llevando a que casi 160 mil familias se encuentren con problemas de seguridad alimentaria (CEPAL y CAC/SICA, 2014). Los caficultores han contratado menos jornaleros y han pagado remuneraciones menores. En Honduras y Guatemala, el costo del jornal ha caído hasta un 22 % en 2013. En todos los países la demanda de mano de obra ha disminuido entre un 16 y 32 % en comparación con la cosecha 2011-2012 (Piñeiro et al., 2014).

1.11.4. Factores que afectan la producción cafetalera y las epidemias de roya

La roya anaranjada no es una amenaza novedosa para la caficultura centroamericana, sin embargo la crisis ocurrida en el 2012 se constituyó como un evento imprevisto. El primer ataque del hongo en la región centroamericana se produjo en Nicaragua en 1976. Durante un período de más de tres décadas fue posible mantener control sobre la enfermedad mediante la aplicación de fungicidas y, en el caso de Honduras, se desarrollaron programas para la implantación de variedades resistentes así como la aplicación de técnicas agrícolas que incrementaron la productividad por unidad de área sembrada como premisa para lograr la compensación de los costos de producción asociados a la aplicación de la caficultura tecnificada y combatiendo así las pérdidas de producción relacionadas con la roya. Estas condiciones productivas se mantuvieron hasta el 2012 cuando se desató la epidemia de roya más extensa que la región haya confrontado (Avelino, 2013; Piñeiro et al., 2014).

Expertos y caficultores concuerdan en la conjunción de múltiples factores que favorecieron la explosión de la epidemia. En particular los bajos precios internacionales del café en la cosecha 2011-2012 causaron que los caficultores alcanzaran menos ingresos para invertir en el mantenimiento y la atención fitosanitaria de los cafetales. También se asociaron otros factores económicos y de condiciones y prácticas productivas que también contribuyeron, como la sensibilidad de las variedades cultivadas

al clima, la edad avanzada de los cafetales, la reducción de las prácticas de apoyo al control como la poda, todo ello sumado a la falta de recuperación del contenido orgánico del suelo. Otro factor relevante reside en el hecho de que, en promedio, un 80.4 % de las plantaciones de café de la región están sembradas con variedades susceptibles a la roya, lo cual facilita el desarrollo del hongo (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

El acervo técnico dispone de variedad de elementos para controlar la roya: El control genético mediante la siembra de variedades resistentes al hongo, el control cultural (nutrición frente a producción), y el control químico (preventivo-previsible, curativo). No puede considerarse exitoso el control químico de la enfermedad porque está ligado directamente a la conducción esmerada del manejo agronómico del cultivo, en especial a la aplicación de la fertilización requerida por las plantaciones. La práctica de la poda de los cafetos, las técnicas de cultivo que utilizan la sombra regulada, el uso de la distancia de siembra conveniente, las técnicas preventivas mediante el muestreo frecuente, la elección y aplicación de fungicidas en dosis apropiadas, sumada a una correcta cobertura durante la aplicación de productos químicos, son las estrategias recomendadas para el control integrado de la roya (Piñeiro *et al.*, 2014; Avelino *et al.*, 2006).

Un factor determinante en la confrontación de la enfermedad se ubica en la toma de decisiones de manejo de los cafetales por parte de los agricultores. Sobre la base de la experiencia acumulada, el caficultor asociaba la roya con períodos de mayor precipitación y el umbral de elevación del cafetal y no examinaba su relación con la temperatura, la cual se consideraba estable. La adaptación al cambio climático requiere que los caficultores que han aplicado técnicas tradicionales de producción agrícola logren concientizarse sobre los aspectos del cambio climático tales como el régimen de lluvias cambiante y la elevación de temperaturas los cuales tienen efectos que les resultan novedosos. Se evidencian muchos obstáculos sociales, culturales y técnicos para la aplicación de medidas de adaptación, y las percepciones de los riesgos del cambio climático por parte de los agricultores y su capacidad de adaptación son esenciales para la eliminación de algunas de estas barreras (Quiroga *et al.*, 2014; CEPAL y CAC/SICA, 2014).

En el análisis retrospectivo de la crisis de roya y la participación activa de los agricultores se hace patente lo crítico que puede ser para el cultivo la alteración de un factor no considerado movible anteriormente, en este caso las variaciones del régimen de lluvias, lo cual se ha sumado a los otros factores mencionados (los relativos a las fallas acontecidas en el tema del manejo y la atención integral de las plantaciones de café), (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

1.11.5. Las acciones conjuntas de los países de la región ante los efectos del cambio climático en la producción cafetalera

Las emergencias ocasionadas por eventos climáticos extremos han alcanzado la mayor relevancia en la agenda regional gubernamental en los últimos años. Ante los eventos más recientes de sequía y

otros como la epidemia de roya, los presidentes de los países del Sistema de Integración Centroamericano (SICA) han expedido mandatos y han declarado estados de emergencia en los diferentes países afectados. Las instituciones nacionales y regionales han implementado programas de respuesta inmediata. Hay un aumento en la consciencia de que estos eventos son causados y se relacionan con cambios globales del clima provocados por las emisiones de gases de efecto invernadero (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

Confrontados los efectos desastrosos de la plaga de roya que afectó a los cafetales de la región en el ciclo 2012-2013, los ministros de agricultura convocaron a la formulación de un programa de acción para el control y la erradicación de esta enfermedad. El “Plan de Acción con Medidas Inmediatas 2013” fue elaborado por la Secretaría Ejecutiva del Consejo Agropecuario Centroamericano (SECAC) con la participación de diversas organizaciones (CEPAL y CAC/SICA, 2014). Ese plan de trabajo contempló como componentes el manejo integrado de la roya, el mejoramiento genético, la atención a la población vulnerable productora de café y el desarrollo de capacidades institucionales para el combate a la roya y la recuperación de la capacidad productiva, respondiendo al acuerdo de los ministros del CAC (reunión del 18 y 19 de febrero de 2013, Costa Rica) y a la declaración de los jefes de estado y de gobierno de los países del SICA (reunión del 20 de febrero de 2013, Costa Rica). En la elaboración del Plan se establecieron los principios orientadores para asegurar un enfoque integral, aprovechando las sinergias y complementariedades de las organizaciones participantes y la pertinencia de las acciones para la sostenibilidad de la caficultura; la sección del documento firmado por los ministerios de agricultura se transcribe a continuación (SECAC, 2013):

Los principios orientadores del plan se constituyeron con base al conocimiento acumulado por las experiencias del sector café con la aparición imprevista de la epidemia de la roya y se definieron las políticas que debían aplicarse en la actividad del cultivo de café; entre estos principios destacan los siguientes:

- » *Se reconoce a la epidemia de la roya como un síntoma de la problemática del café en la región debida a patrones presentes de modo general en la región de PROMECAFE tales como manejo inadecuado del cultivo, descuido y envejecimiento de cafetales, cultivo generalizado (sin embargo no en todos los países) de variedades susceptibles al ataque de las plagas y enfermedades más comunes e importantes del cultivo del café, todo lo cual es demandante de una atención integral y estratégica.*
- » *Se reconocen como impactos ambientales al: 1) Uso inadecuado de agroquímicos, y 2) la reducción y eliminación del uso de la sombra asociado a la intensificación del cultivo.*
- » *Se promueven soluciones armoniosas tanto para la producción orgánica y convencional (SECAC, 2013).*

El Plan de Acción consideró, en forma integral, los distintos ámbitos para combatir la roya de forma efectiva, asegurar la conjunción de esfuerzos de las diferentes organizaciones y establecer los mecanismos de ejecución, entrega y rendición de cuentas. El objetivo general del plan fue contribuir al combate integrado de la roya del café y a la recuperación de la capacidad productiva de los cafetales, con acciones inmediatas que facilitaran soluciones para los productores y permitieran la sostenibilidad económica, social y ambiental de la caficultura regional (Jha *et al.*, 2014).

En noviembre de 2013, PROMECAFE presentó ante el CAC los avances del plan 2013. En 2014 los ministros hicieron un llamado a intensificar acciones y solicitaron a los organismos regionales e internacionales fortalecer sus acciones. En febrero de 2014, la SECAC presentó ante el consejo avances del plan 2013 y coordinó la preparación del Plan de Acción 2014-2015, con proyección de corto, mediano y largo plazo. En el mediano plazo se propuso el establecimiento de un Sistema Regional de Alerta Temprana (SRAT) que emita alertas de roya y otras plagas y enfermedades. Se plasmó la necesidad de conocer las variables climáticas determinantes de la roya, lo cual requiere analizar datos climáticos históricos en la región, disponer de proyecciones de cambio climático y contar con series históricas de variables climáticas de estaciones hidrometeorológicas (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

Las medidas adoptadas incluyen una evaluación expedita del material genético disponible y de la capacidad de la región para producir semillas certificadas tolerantes a la roya; en la declaración conjunta formal, publicada en febrero de 2013 por los ministerios de agricultura de Centroamérica, acuerdan trabajar juntos para implementar un programa regional frente a la roya del café; y en la Primer Cumbre Internacional de la Roya del Café, patrocinada por Investigación Mundial del Café (*World Coffee Research*) y PROMECAFE se identificaron las intervenciones de emergencia a corto plazo y decidieron establecer una oficina coordinadora de respuesta a emergencias de roya en PROMECAFE; además de estrategias a mediano y largo plazo que determinen la producción de material resistente para siembra y renovación de plantaciones; establecimiento de un control de plagas y enfermedades del café y del sistema de alerta temprana; desarrollo de variedades resistentes a la roya del café; aumento de la inversión regional y creación de capacidades para investigación de café, entre otros.

Una declaración final del plan regional para afrontar los impactos del cambio climático se transcribe a continuación (SECAC, 2013):

El cambio climático podría considerarse un fenómeno que solamente nos afectaría en un futuro lejano, no atendible dadas las restricciones presupuestarias, profundizadas por la actual recesión global y las urgencias sociales y económicas existentes. Pero los crecientes impactos de eventos extremos y los cambios en la incidencia de plagas indican la necesidad de tomar medidas urgentes para responder a las pérdidas que ya azotan al sector cafetalero, y que pueden constituir los primeros pasos necesarios para avanzar con una estrategia de renovación y adaptación del sector a mediano plazo, con especial atención a los pequeños

productores y considerando que las inversiones y los cambios tomarán tiempo para rendir frutos (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

Resumen

La caficultura constituye el medio de vida para muchísimas comunidades rurales residentes en los diferentes países latinoamericanos donde se desarrolla, de modo que su producción de ingresos económicos constituye un tema de gran importancia social, panorama que se hizo patente por el grave impacto en las comunidades debido a la epidemia de roya ocurrida en el año 2012 y que llamó a los gobiernos de los países centroamericanos a realizar esfuerzos de unidad regional para la toma de acciones conjuntas.

Confrontadas con la realidad de un mercado cafetalero mundial inestable, las comunidades agrícolas desde Perú hasta México han demostrado su fragilidad y su falta de preparación para aplicar por sí mismas las técnicas agrícolas requeridas para el mantenimiento adecuado de sus cafetales de cara a los eventos extremos propios del cambio climático; resulta por tanto de capital importancia la ejecución de programas de financiamiento para la reactivación de la caficultura acordes con la realidad social y económica presente en las comunidades rurales. Colombia se constituyó como un ejemplo a seguir por su programa de renovación de cafetales ejecutado posterior a la epidemia de roya sufrida por ese país en el año 2008, destacando el uso de variedades resistentes a la roya como una parte de ese programa; en ese país los caficultores son mayoritariamente pequeños productores, situación idéntica al resto de los países caficultores de Latinoamérica.

Respecto a la región centroamericana, en México y Perú queda aún mucho por hacer ya que solo en algunos de los países se ha materializado la ejecución de programas dirigidos a la renovación de los cafetales aparejada a la capacitación de los agricultores, lo cual es un aspecto medular anotado por muchos investigadores que realizaron su actividad en la región a raíz del evento de la roya. Aunque las instancias gubernamentales reconocen el impacto social ocasionado por la afectación a la caficultura, la materialización de los programas de apoyo a los agricultores aún es insuficiente.

A modo de síntesis, ha resultado claro que los impactos del cambio climático están causando graves daños a la agricultura y que la capacidad de reacción de los agricultores será insuficiente para afrontar las nuevas condiciones propias de la producción agrícola a menos que se tomen acciones decididas de apoyo financiero y técnico por parte de los gobiernos de la región desde Perú hasta México.

PLAGAS, ENFERMEDADES Y VARIEDADES DE CAFÉ PROPIAS DE LA CAFICULTURA EN LATINOAMÉRICA

Guillermo Canet y Carlos Soto

La caficultura es la modalidad de explotación agrícola del cultivo e industrialización del café y, acorde con las tendencias globales, su correcta conducción contempla la conservación y la defensa del medio ambiente asociada directamente con la rentabilidad de sus tres vertientes: la producción agrícola, la industrialización y el comercio del café oro.

La producción agrícola enfrentará permanentemente el desafío del control de plagas y enfermedades cuya presencia obedece a la existencia misma de la actividad agrícola, es decir, todo cultivo comercial produce el alimento para las plagas (la más importante en café: la broca) y el sustrato para el desarrollo de microorganismos predadores tales como los diversos hongos que causan graves daños (de suma importancia la roya); las enfermedades son causadas por microorganismos como los hongos, las bacterias, los virus y los nematodos. En Latinoamérica, la mayoría de las enfermedades son causadas por hongos fitoparásitos; y se ha determinado, a nivel mundial, la presencia de unas 300 enfermedades, de las que la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) es la más importante.

En este capítulo se anotan las principales plagas y enfermedades seleccionadas por su impacto económico en la actividad cafetalera, en tanto que para aquellas de menor importancia solamente se anotarán partiendo de que el propósito del presente documento es brindar al lector información

actualizada sobre los temas de mayor relevancia al finalizar el tercer quinquenio del siglo XXI; dicho esto se brindará más espacio a la roya y a la broca del cafeto y partiendo de la premisa sobre la cual la ejecución sistematizada del control cultural es un mecanismo efectivo contra todas las amenazas consideradas como un conjunto, y que su aplicación tendrá como fruto la reducción de costos derivados del control químico y biológico, aumentará la productividad y la consecuente rentabilidad y, además, proveerá condiciones de cultivo sostenibles y amigables con el medio ambiente que minimicen la degradación de suelos y aguas, y que proporcionen condiciones atractivas para los consumidores de mercados de café de calidad diferenciada.

2.1. El manejo integrado de plagas y enfermedades en la explotación cafetalera

El control de plagas y enfermedades se realiza mediante la ejecución del conjunto sistematizado de actividades conocido como “Manejo integrado de plagas y enfermedades”, el cual contempla tres áreas de trabajo definidas como: 1) control cultural o agronómico; 2) control biológico; y 3) control químico; estas actividades de control se nutren del estudio biológico de la plaga o del microorganismo agente causal de cada enfermedad, que en el caso del café son mayoritariamente hongos; y en este sentido aplica el concepto de convivencia con la plaga o de la enfermedad reducidas a niveles considerados como un balance entre el costo de su control y el impacto económico de las pérdidas ocasionadas por su presencia; además, el cafetal conceptualizado como agroecosistema y la actividad de las plagas asociadas con las condiciones climáticas y su influencia en el desarrollo potencial de plagas y enfermedades, procurando así que la ejecución de las actividades de control actúen de modo eficaz y complementario y tomando en consideración el cambio climático.

El control cultural aplica para actividades tales como la siembra de variedades productivas y resistentes a enfermedades y cuyo café tenga probada calidad de la bebida; la utilización y el adecuado manejo de árboles de sombra, la correcta densidad de siembra (para cada variedad cultivada), la aplicación de fertilizantes y abonos orgánicos (obtenidos como productos residuales del cultivo y la industria del café), la poda de los cafetos, la lucha contra las malezas, y la recolecta de frutos residuales son actividades agronómicas que tienen como propósito aumentar la productividad del cafetal, pero su ejecución conjunta y sistematizada constituye por sí misma una barrera para el desarrollo de las plagas y enfermedades si se añaden los elementos de la etiología de la plaga o enfermedad para sumarlos a la planificación de las actividades de control cultural, por ejemplo si los vientos frescos favorecen una enfermedad se implementan barreras arbóreas como rompe vientos. Cabe decir que la aplicación de pesticidas se considera como un último recurso, por ejemplo el uso de insecticidas en el caso de control de la broca y en el caso de la roya donde deben realizarse necesariamente actividades de monitoreo de los cafetales que faculten la correcta selección y la aplicación de fungicidas.

Con carácter meramente descriptivo se anotan en el Cuadro 4 las plagas comunes presentes en los países productores de café de Latinoamérica, anotando aquí que como se explica en el capítulo 3, estas plagas son de mejor y más fácil control en los sistemas de cultivo de café de sombra regulada

o con tendencia a la biodiversidad debido a la presencia de los depredadores naturales que toda plaga tiene.

CUADRO 4. Plagas del café comunes en Mesoamérica.

Área del cafeto atacada	Nombre común	Nombre científico
Flores del cafeto	El piojillo de la base floral	<i>Orthezia praelonga</i>
Frutos del cafeto	Broca del café	<i>Hypothenemus hampei</i>
Plagas que atacan hojas y ramas	Hormiga arriera	<i>Atta cephalotes</i>
	El minador de las hojas del cafeto	<i>Leucoptera coffeella</i>
	Barrenador de tallos tiernos	<i>Xylosandrus morigerus</i>
	Piojo harinoso del follaje	<i>Planococcus citri</i>
	Gusano monturita	<i>Sibine apicalis</i>
	Falsos medidores	<i>Pseudoplusia includens</i>
	Escama verde	<i>Coccus viridis</i>
	El Chacuatete	<i>Idiarthron subquadratum</i>
	El barrenador del tallo del cafeto	<i>Plagiohamus maculosus</i>
Plagas que atacan las raíces	Araña roja	<i>Oligonychus ilicis</i>
	Palomilla de la raíz	<i>Dysmicoccus spp</i>
	Gallina Ciega	<i>Phyllophaga sp.</i>
	Nematodos	<i>Meloidogyne spp</i> <i>Pratylenchus sp.</i>

Fuente: IHCAFE (Instituto Hondureño del Café).

2.2. La broca de los frutos del café

La broca del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es un pequeño insecto barrenador perteneciente a un género donde la mayoría de las especies obtienen su alimento de la madera o de los frutos de plantas leñosas cultivadas en las regiones tropicales y subtropicales. La broca del café pasa casi todo su ciclo de vida en el interior del grano de café del que obtiene su alimento y donde se protege contra sus depredadores y otras amenazas del medio. Por su actividad (barrenamiento del grano) se ha constituido en la plaga de mayor impacto para la caficultura mundial dependiendo de los niveles de infestación alcanzadas en los diferentes países, ocasionando pérdidas de rendimientos y en la calidad del café oro. En Latinoamérica la broca aparece accidentalmente en 1913 en Brasil, haciéndose evidente hasta 1924 en el estado de Sao Paulo. Su introducción en Centroamérica es relativamente reciente; se registró en

1971 en Guatemala donde las autoridades fitosanitarias realizaron una fallida campaña para su erradicación. Aparece en Colombia en 1988 donde el costo de su control se estima en aproximadamente 100 millones de USD al año lo cual representa el 10 % de los costos totales de la producción de café en ese país y, actualmente, está presente a nivel mundial en más de 700 mil hectáreas (85 % del área cultivada de café), (Cárdenas et al., 2009). A continuación se anota la información científica sobre la plaga:

Hypothenemus hampei fue descubierto por primera vez en Francia, en granos de café importados. Ferrari hizo su descripción en 1867 y le dio el nombre de *Cryphalus hampei*. Numerosos autores concuerdan en decir que la broca del café es originaria de África Ecuatorial. La posición taxonómica del insecto establecida por Balachoswsky (1949) fue dada a la luz por Crowson en 1955 (ver Delvare y Aberlenc, 1989):

Orden	Coleoptera
Suborden	Polyphaga
Infragrupo	Curcujiformia
Superfamilia	Curcutionoidea
Familia	Scolytidae
Subfamilia	Ipinae
Supertribu	Ipini
Tribu	Cryphalina
Género	<i>Hypothenemus</i> Westwood 1834
Especie	<i>H. hampei</i> (Ferrari 1867)

Únicamente la hembra de *H. hampei* participa en la colonización del café en cereza y genera daños. El modo de vida del *H. hampei* es, sin duda, la principal causa de su sorprendente poder de adaptación y de dispersión. En efecto, la broca pasa casi todo su ciclo de vida en el interior de una fruta que le procura su alimento y protección contra los diferentes factores del medio (Bertrand y Rapidel, 1999).

La broca tiene al fruto de café como su medio de vida, salvo por la corta etapa de dispersión, realiza todo su ciclo de vida dentro del grano, lo consume por barrena y obtiene su alimento de él; a su vez, su permanencia dentro del grano le protege de sus depredadores. La hembra es más grande que el macho, mide 1.7 mm de largo y el macho mide 1.2 mm y no puede volar. La hembra realiza la diseminación y es la causante de nuevas infestaciones en los cafetales, en los cuales puede penetrar los frutos en diferentes estados de desarrollo y madurez a partir de los meses de su formación, perforándolo generalmente por la corona, pero también por otros sectores (IHCAFE, 2012; Bertrand y Rapidel, 1999).

En su ciclo el insecto pasa por los estados de huevo, larva y pupa, realizando la ovoposición en frutos en estado semiconsistente favorable también para el estado larvario y para su alimentación. El

ciclo de desarrollo dura aproximadamente un mes. Debido a su permanencia dentro del fruto y a su actividad de barrenado que va formando galerías por el consumo para su alimentación, la broca puede causar la destrucción parcial o total del grano de café (semilla almacenada). Cuando el insecto ataca frutos jóvenes (en estado semilechoso) provoca su caída. En forma resumida, los daños causados por el ataque de la broca son los siguientes:

- » Caída del fruto, principalmente cuando este es perforado y no tiene la consistencia adecuada.
- » Faculta el ataque de organismos patógenos debido a las lesiones causadas en el fruto.
- » Reducción del peso del fruto perforado por la pérdida del material consumido por el insecto que no cae.
- » Reducción de la calidad del café por deterioro de sus características organolépticas.
- » Probable reducción del precio de venta del café en casos de ataque severo.
- » Además, tiene un impacto importante en el aumento de los costos de producción requeridos para su control (IHCAFE, 2012; Bertrand y Rapidel, 1999).

2.3. El control agronómico de la broca del café

El control de la broca basa su éxito en las actividades agronómicas, baste recalcar que el fruto de café es el único medio de vida del insecto en tanto que le brinda alimento particularmente en los períodos entre cosechas y le da refugio contra sus predadores; de la misma importancia son la regulación de temperatura y humedad ambientales en el cafetal para esta plaga (como para todas), factores que se pueden controlar por las actividades culturales de eliminación de malezas, regulación de la sombra, y densidad de siembra no excesiva para favorecer el flujo de aire seco, logrando con ello condiciones ambientales adversas al progreso de todas las plagas insectiles. A continuación se detallan las actividades de control cultural.

La cosecha sanitaria es la actividad de recolección de todos los frutos residuales, tanto los no cosechados como los caídos al suelo, se realiza inmediatamente después de finalizada la cosecha comercial. En el comercio de café todos los frutos tienen valor, de modo que es una labor sostenible. La broca se mantiene en estado de supervivencia en el interior de los frutos secos, rezagados en las ramas por no haber sido cosechados o porque cayeron al suelo durante la recolecta ordinaria. La cosecha sanitaria despoja a la broca de su medio de supervivencia. Esta actividad incluye la recolecta de los primeros frutos perforados por broca que se encuentren en el cafetal y todos estos frutos residuales se reúnen para efectuar su tratamiento sanitario mediante el uso de insecticidas (ICAFE, 2011; IHCAFE, 2012; Bertrand y Rapidel, 1999).

La remoción de malezas facilita la ejecución de la cosecha sanitaria que puede no realizarse en las zonas de acceso difícil y pobladas con malezas; a su vez provee condiciones secas en el suelo y el cafetal que dificultan el desarrollo de los insectos (ICAFE, 2011; IHCAFE, 2012; Bertrand y Rapidel, 1999).

La poda de los cafetos y el uso de sombra regulada combaten las plagas porque facilitan la penetración de los rayos solares al interior del cafetal, con lo cual se promueven el secamiento rápido de los frutos residuales presentes en el suelo así como en las ramas de las plantas, implementando condiciones de barrera para la supervivencia de la plaga.

El uso de la correcta densidad de siembra evitando altas densidades de cultivo favorece la dispersión de la plaga, así como no practicar la siembra de variedades diversas en la misma finca. El mecanismo de dispersión de la plaga está estrechamente asociado al ciclo fenológico del cafeto. La fase de dispersión se inicia hacia el final de la estación seca, la humedad, producida por una lluvia, es el principal factor que da inicio a las migraciones de las hembras colonizadoras; las temperaturas elevadas favorecen la dispersión y es durante el período más caliente del día que la actividad de dispersión es mayor y como animal volador la broca se dispersa a distancias cortas, 200 a 300 m como máximo; la dispersión se facilita por las convecciones térmicas y los vientos (ICAPE, 2011; IHCAPE, 2012; Bertrand y Rapidel, 1999).

Aplicar la fertilización correcta favorecerá el desarrollo y maduración plena de los frutos y reducirá la presencia de frutos residuales e inmaduros. Así como la eliminación de plantas de cafetales abandonados, los cuales se constituyen en hospederos de plagas y enfermedades (ICAPE, 2011; IHCAPE, 2012; Bertrand y Rapidel, 1999).

2.4. El control biológico de la broca del café

Para el control de la broca se dispone de otros insectos parasitoides que actúan como enemigos naturales, principalmente las avispidas *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta*, *Phymastichus coffea* y *Heterospilus coffeicola* que actúan como parásitos; estos insectos tienen el propósito de reducir en lo posible el número de estados inmaduros que dan origen a las hembras fundadoras aptas para colonizar la futura cosecha. Otro elemento disponible es el hongo *Beauveria bassiana*, para el cual se cuenta con los biopesticidas basados en *B. bassiana* que se producen industrialmente con varias formulaciones comerciales; también puede aplicarse de forma natural y se obtiene mortalidad de la broca especialmente en la época lluviosa. Las aplicaciones de *B. bassiana* se efectúan en el momento en que las hembras de broca fundadoras llegan a perforar los primeros frutos. Estos preparados pueden ser efectivos si se aplican en niveles bajos de infestación de la plaga, sin embargo condiciones ambientales de altas temperaturas, alta precipitación y baja humedad relativa pueden afectar la efectividad de estas formulaciones (ICAPE, 2011; IHCAPE, 2012; Bertrand y Rapidel, 1999).

2.5. El control químico de la broca del café

La lucha química tiene una acción casi inmediata sobre las poblaciones de broca y presenta niveles de eficacia que pueden sobrepasar el 95 %, sobre todo con endosulfan. Sin embargo, el costo elevado de los insecticidas ha incitado a numerosos caficultores a efectuar tratamientos en función de un umbral de daños económicos evaluado para toda su plantación o bien para las diferentes parcelas que los constituyen. Entonces los caficultores adoptaron el principio de muestreo de poblaciones de broca

necesario para la determinación de los niveles de infestación, principio que debe conducir finalmente a la toma de decisión en cuanto al inicio de la lucha. En la actualidad se realizan muestreos para la determinación de los niveles de infestación y se recurre al combate químico cuando el nivel es mayor al 5 %

Para efectuar el muestreo de broca se aplica el siguiente procedimiento:

- » Dividir la finca en lotes homogéneos de hasta 5 hectáreas.
- » Tomar 100 frutos al azar por planta, en 20 plantas de cada lote.
- » Contar los frutos brocados en cada muestra de 100 frutos.
- » Sumar el total de frutos brocados de todas las muestras, dividir entre 2 000 y multiplicar por 100 para obtener el porcentaje de ataque del lote.

A pesar de los progresos efectuados estos últimos años en materia de aplicación de insecticidas, es claro que las grandes tendencias están a favor de la producción de un café de calidad en el marco de una caficultura sostenible, en favor también de la protección del medio ambiente y de la salud pública, y han contribuido a desacreditar la lucha química y a reforzar los fundamentos de la lucha integrada (ICAFE, 2011; IHCAFE, 2012, Bertrand y Rapidel, 1999).

2.6. Las enfermedades propias del cultivo del café

*El cultivo al sol con sombra balanceada intensifica el ataque de la enfermedad chasparria (*Cercospora coffeicola*) o mancha de hierro u ocular, provocada por un hongo que afecta las hojas y los frutos verdes y maduros del café y llega a defoliar completamente la planta. El exceso de sombra aumenta la humedad relativa (niveles superiores a 85 %), lo que favorece la aparición de enfermedades fungosas. Una de estas enfermedades es el mal del talluelo, cuyo agente es un habitante común del suelo; su síntoma principal es la formación de una lesión acuosa de color pardo o negro en la base del tallo que provoca el marchitamiento de la planta (CICAFE, 2011).*

El mal de hilachas se produce en zonas muy húmedas y calientes cuando la ventilación y la luminosidad son escasas. El síntoma es la aparición de una película en forma de telaraña de color blanco, las hojas comienzan a secarse desde la base para luego hacerlo por completo y desprenderse de las ramas. Los granos de café se secan y caen. La antracnosis del café es un hongo que ataca a las plantaciones con exceso de sombra y humedad así como mala ventilación. Esta enfermedad provoca la pérdida de hojas, ramas, follaje y, finalmente, la pérdida de la cosecha. Otra enfermedad relacionada con el exceso de humedad es el ojo de gallo, que se desarrolla bajo precipitaciones constantes y temperaturas altas. Sus síntomas son manchas circulares de color café grisáceo en hojas, tallos y frutos. Esta enfermedad provoca la caída de las hojas, lo que debilita las plantas y su efecto es tanto una reducción de la cosecha actual como para la del siguiente año (CICAFE, 2011).

Los ambientes húmedos también favorecen la enfermedad llaga macana, principalmente en zonas altas y cafetales viejos bajo condiciones lluviosas y temperaturas cálidas o frías. Los síntomas son lesiones irregulares endurecidas de color pardo o negro en el tallo. Sus consecuencias son el marchitamiento y secamiento de la planta que culminan con su muerte. El hongo que produce esta enfermedad sobrevive en el suelo por mucho tiempo (CICAPE, 2011; CEPAL y CAC/SICA, 2014).

CUADRO 5. Principales enfermedades del café.

OJO DE GALLO

También conocido como “gotera”, nombre científico: *Mycena citricolor*

Sintomatología

Se presentan manchas circulares en las hojas y frutos, de color pardo oscuro, que cambian a un color gris claro a conforme el hongo se va desarrollando. Los bordes de la lesión causada en las hojas son bien definidos y visibles por el haz y por el envés; a simple vista pueden verse sobre las lesiones, varios filamentos con una cabezuela en el ápice de cada uno, que son a las estructuras reproductivas del hongo.

Etiología

El hongo se desarrolla en cafetales con sombra no regulada y excesiva, poca ventilación, y en condiciones de alta pluviosidad; de lento avance se presenta en sitios aislados. Su presencia se manifiesta en toda época si las condiciones agroclimáticas le son favorables. El viento, la lluvia, y las actividades humanas, son medios para su diseminación.

Control cultural

Esta enfermedad puede controlarse mediante la realización permanente de las prácticas agronómicas tales como: regulación de sombra, poda sanitaria de los cafetos, control de malezas, fertilización oportuna, labores cuyo fruto es la reducción de la enfermedad cuando ya está desarrollada.

Control químico

Caldo Bordelés, Cyproconazol (Alto 100), Hexaconazole (Anvil 5.S.C).



QUEMA O DERRITE

Nombre científico: *Phoma costarricensis*

Sintomatología

El hongo afecta mayoritariamente en los tejidos jóvenes de tallos, hojas y frutos. Se manifiesta por manchas negras en los bordes de las hojas y luego al desarrollarse invade las partes terminales o brotes, los cuales tornan a una apariencia carbonizada. Debido esta dinámica el daño causa en las hojas un encarrujamiento o enrollamiento, lo cual deriva en la defoliación a partir del ápice de los cafetos afectados.

Etiología

El hongo tiene mayor impacto en plantaciones de zonas altas con climas caracterizados por bajas temperaturas, alta humedad relativa, nubosidad y vientos fríos, condiciones que resultan favorables para el desarrollo de este hongo.

Control cultural

El buen manejo contempla el uso de barreras rompe vientos para minimizar la capacidad del hongo para su establecimiento y desarrollo, la regulación de la sombra debe favorecer mayor luminosidad y evitar la acumulación de humedad.

Control químico

Aplicación de fungicidas de nombres comerciales: Polyran Combi (80 %), Oxiclورو de Cobre (50 %).



ANTRACNOSIS

Nombre científico: *Colletotrichum* sp

Sintomatología

En las hojas hay presencia de manchas de color café o gris con bordes irregulares, tanto en la parte central de la hoja, como en los extremos, de diferentes tamaños, también hay unos puntitos negros distribuidos en toda la lesión, que son estructuras (acérvulos) del hongo. Ataca también los frutos verdes y ramas, que tornan de color negruzco; así como gran defoliación y secamiento de ramas y caída de frutos.

Etiología

El hongo *Colletotrichum* sp. de vida saprófita, (materiales en descomposición) es favorecido por las condiciones climáticas y fisiológicas tales como vientos fríos, abundante lluvia, así como los suelos con problemas de penetración de raíces y los desbalances nutricionales.

Control cultural

Un buen programa de fertilización, la remoción de materiales en descomposición, el control de plagas y malezas que actúan como hospederos del hongo previenen los ataques severos de esta enfermedad.

Control químico

Aplicación de aspersiones foliares quincenales o mensuales utilizando los productos comerciales: Benlate (50 %), Dithane M-45 (80 %), Daconil (50 %).



MANCHA DE HIERRO o CHASPARRIA

Nombre científico: *Cercospora coffeicola*

Sintomatología

Se manifiesta por la presencia de manchas circulares aproximadamente de un centímetro de diámetro, también mayores de un color pardo-claro o café oscuro, con un centro blanco ceniciento, exteriormente la lesión está circundada por un anillo de color amarillento; ataca al follaje y al fruto. La necrosis estimula la caída de hojas, resultando en una defoliación general de la planta.

Etiología

Hongo *Cercospora coffeicola*, produce en la parte central de la lesión en la parte central de la hoja conformada por estructuras de reproducción de color oscuro. La enfermedad es favorecida por la época fría, asociada a la humedad, exposición a la insolación; relacionada también con deficiencias nutricionales, ataque de nematodos, etc.

Control cultural

La enfermedad se previene y controla adecuando la sombra para evitar el exceso de iluminación, mediante la correcta fertilización y aplicando el control de nematodos fitoparásitos.

Control químico

Productos comerciales: Benlate (50 %), Dithane M-45 (80 %), Oxiclورو de cobre (50 %).



LLAGA MACANA

También conocido como El Cáncer del tronco.
Nombre científico: hongo *Ceratocystis fimbriata*

Sintomatología

La enfermedad afecta al tronco pero también las ramas inferiores del café y se manifiesta por la marchitez gradual con amarillamiento progresivo hasta causar la muerte; en el interior de los tejidos es visible una mancha negra que rodea la zona afectada, luego hay agrietamiento de la corteza y debajo de ella manchas en la parte leñosa.

Etiología

El hongo penetra en tronco del café, afectando los tejidos de la planta a través de heridas causadas en las labores culturales o daños mecánicos ocasionados por otros efectos. Su desarrollo es favorecido por la humedad ambiental debida las condiciones climáticas de la región productora de café.

Control cultural

Cuando se realicen podas y otras labores de limpieza debe evitarse causar heridas en los troncos y además eliminar los cafetos con enfermedad avanzada. Las plantas muy enfermas son de difícil recuperación.

Control químico

Si hay heridas se deberá aplicar con brocha, una solución conteniendo una libra de un fungicida cúprico más 6 libras de cal más agua, en caso de cafetos recuperables puede practicarse un raspado en la parte afectada, y luego aplicar tratamiento con una solución de los fungicidas Daconil o PCNB.



MAL DE HILACHAS

Nombre científico: *Corticium koleraga*

Sintomatología

La enfermedad causa en las hojas, ramas y frutos la formación de una película en forma de "telaraña" de color blanco grisáceo, reconocible en el envés de las hojas, llegando el micelio del hongo a cubrir casi totalmente a las hojas que una vez atacadas se secan desde la base y luego completamente y se caen de las ramas, colgando de los filamentos del hongo. Los granos de café se secan y caen y los tejidos de las ramas quedan expuestos y fácilmente son infectados por otros parásitos.

Etiología

"Koleroga" puede atacar gravemente los cafetos descuidados, el ataque puede alcanzar importancia económica en zonas muy húmedas y calientes, en caso de deficiente ventilación y la luminosidad en la plantación.

Control cultural

El control preventivo remueve elementos que favorecen la enfermedad, para la curación se realizan las podas fitosanitarias o recepas, seguido de 2 a 3 aplicaciones anuales de Oxiclouro de Cobre 50 % a 5 gr por litro de agua.

Control químico

Oxiclouro de Cobre 50 % cuando se aplica la poda fitosanitaria.



MAL DEL TALLUELO

También conocido como “rizoctoniosis”

Nombre científico: *Rhizoctonia solani*

Sintomatología

La enfermedad aparece pocos días después de la germinación, se manifiesta en la aparición de lesiones necróticas de color café rojizo oscuro en el tejido tierno de la base del tallo que se extienden hasta circundarlo y estrangularlo con la muerte de la planta.

Etiología

hongo *Rhizoctonia solani*, asociado con *Pythium* y *Fusarium*, habita en el suelo, vive permanente en restos vegetales y animales, exceso de sombra con humedad y bajas temperaturas facilitan su desarrollo.

Control cultural

Exposición de la cama o era a la luz solar, removiendo la tierra semanalmente por un período de 30 días. Luz solar indirecta: Uso de plástico, agua hirviendo: usar un galón de agua hirviendo por m².

Control químico

Tratamiento químico preventivo en los semilleros, productos comerciales: Dazomet (Basamid 95 %), Carboxin (Vitavax 300), Captan (Captan 50 %).



Fuente: IHCAFE, 2012.

2.7. La roya del café

La roya del café constituye la principal amenaza de la caficultura latinoamericana y de modo particular para la región de Centroamérica y el Caribe. Esta enfermedad ha causado grandes pérdidas en la producción en las áreas de cultivo de países de Asia, África y América en las últimas décadas; siendo que en Colombia ocurre en 1983 el primer registro de esta enfermedad la cual causó pérdidas de hasta un 30 % de la producción en las áreas donde no se aplicaron actividades agronómicas para su control. Posteriormente, en este mismo país, durante el período de 2008 a 2011, sobrevino otra epidemia que afectó las variedades comerciales susceptibles a la roya de las principales zonas cafetaleras. En Centroamérica causó gran impacto a partir de 2012 y, al igual que en Colombia, alcanzó magnitud de epifitía ocasionando grandes pérdidas en la producción para las cosechas de café citadas y su mayor secuela para las cosechas subsiguientes (2 o 3 años), debido al debilitamiento o el agotamiento del cultivo que induce a la aplicación de podas intensas a los cafetos y la consecuente reducción de la producción a corto plazo (Piñeiro *et al.*, 2014; Avelino y Rivas, 2013; Barquero, 2013).

El primer reporte de la enfermedad se le debe a Miles Joseph Berkely en el año 1869 en Sri Lanka (lugar antes conocido como la isla de Ceilán), quien describió al hongo responsable de la enfermedad y le asignó su nombre científico *Hemileia vastatrix*. En la región de origen (y luego en el África) la enfermedad causó gran devastación hasta acabar con la producción de café por lo que su llegada al continente americano era temida, la cual ocurrió en 1970 reportada en Brasil. La aparición repentina

en América condujo al IICA, a los ministerios de agricultura y a los organismos a cargo del sector del café a la fundación en 1978 del Programa Regional para la Protección y Modernización de la Caficultura en Centroamérica y Panamá (PROMECAFE), lo que facilitó el abordaje técnico de la problemática de la enfermedad y a la modernización y mejoramiento de la caficultura en Centroamérica. En esa época se consideraba necesaria la erradicación de plagas y enfermedades del café debido a su importancia económica para la producción agrícola de la región, lo cual devino en iniciativas fracasadas pero cuyo fruto en la generación de personal técnico coadyuvó a la ejecución de los programas para el combate de la roya (Piñeiro *et al.*, 2014; Avelino y Rivas, 2013).

La roya del café fue reportada en 1976 en Nicaragua, sin embargo en aquella época no produjo daños severos que pudieran contabilizarse como disminuciones importantes de la producción cafetalera de la región; el personal técnico ya contaba con capacidad para inducir a los productores en la implementación de las medidas y las prácticas culturales y diversos métodos de prevención requeridas para el manejo y control posibilitando la convivencia con la enfermedad; pero fue a partir de 2010 cuando empezó a aumentar su incidencia y en la cosecha 2012-2013 es cuando se produce la epidemia que causó grandes pérdidas y la consecuente reducción de ingresos a los productores y el desempleo (Cristancho *et al.*, 2012).

2.8. Sintomatología de la roya del cafeto

La enfermedad ataca las hojas del cafeto donde aparecen inicialmente pequeñas manchas amarillas de aproximadamente 2 mm de diámetro en la cara inferior (envés) de la hoja. Estas manchas aumentan de tamaño de forma gradual hasta producir unas masas amarillas en el envés de las hojas que corresponden a las fructificaciones (esporulaciones) del hongo llamadas uredosporas, las cuales son las estructuras reproductivas del hongo. El hongo no rompe la epidermis de la hoja, como lo hacen la mayoría de las royas, sino que esporula a través de los estomas; o sea que este hongo no forma las pústulas típicas de las royas comunes. Puede existir enlace entre varias manchas llegando a cubrir gran parte del área foliar. Cuando la enfermedad alcanza gravedad provoca defoliación y, consecuentemente, la reducción del área activa fotosintética, en un proceso que finalmente ocasiona la reducción progresiva de la producción (Avelino y Rivas, 2013; Barquero, 2013).



FIGURA 1.
Sintomatología de la roya del cafeto.

2.9. Descripción del agente causal de la roya del café

La roya del café es producida por un hongo del tipo parasito obligado, el cual se desarrolla únicamente en tejido vivo de su planta hospedera, el cual es la hoja del café. El hongo pertenece al género *Hemileia* (que significa mitad liso por la característica que presentan las uredosporas, estructura primaria por la que se multiplica). No se le conocen hospederos alternos y no sobrevive en desechos. La presencia de lluvia es necesaria para que el hongo arranque su diseminación entre hojas y plantas y la mojadura o agua libre de las hojas resulta esencial para su germinación, dado que no es suficiente una alta humedad ambiental para que se produzca la germinación de las esporas (uredosporas).

La clasificación taxonómica completa del hongo es:

- » Dominio: *Eukaryota*
- » Reino: *Fungi*
- » Phylum: *Basidiomycota*
- » Subphylum: *Pucciniomycotina*
- » Clase: *Pucciniomycetes*
- » Orden: *Puccionales*
- » Género: *Hemileia*
- » Especie: *Hemileia vastatrix*

Fuente: Avelino y Rivas, 2013; Barquero, 2013.

2.10. Ciclo de vida del hongo y su evolución en el café

El proceso de diseminación se considera como primera etapa y consiste en la liberación y deposición de la espora en la hoja de café; posteriormente, la espora germina y se inicia el proceso de infección. La germinación es la fase donde se presentan los síntomas de la enfermedad, cuando aparecen las manchas de color amarillo pálido en el envés de las hojas; después estas crecen, luego se unen formando las típicas manchas amarillas o anaranjadas con el fino polvo amarillo que producen las nuevas esporas del hongo. El lapso transcurrido entre la germinación de la espora, la penetración a los tejidos internos de la hoja y el inicio de la producción de esporas (esporulación), es el período de latencia y su duración oscila entre 20 y 40 días, lo cual varía dependiendo de cuán favorables sean las condiciones de temperatura (entre 21 y 25 °C) y como factor clave la existencia de agua libre (por al menos durante seis horas) sobre la hoja requerida para completar el ciclo reproductivo del hongo; la duración del período de latencia es un factor decisivo dado que su cortedad aumenta la gravedad del ataque (Avelino y Rivas, 2013; Barquero, 2013; Rivillas *et al.*, 2011).

2.11. Influencia del cambio climático en la ocurrencia de epidemias de la roya

Los expertos coinciden en que las epidemias de roya se han debido principalmente a un mal manejo de las plantaciones en lo referente a la nutrición (fertilización y su contraparte de abono orgánico), y por la falta de medidas preventivas bien dirigidas (aplicación preventiva y curativa de fungicidas).

En los aspectos atribuibles al cambio climático, la lluvia y el viento pueden favorecer la incidencia de la roya por permitir la germinación de las esporas (presencia y permanencia de agua libre sobre las hojas debido a fuertes lluvias) y porque en conjunto cooperan a la dispersión de esporas que viajan en el aire, diseminándolas a grandes distancias; lo anterior debe interpretarse correctamente en su contexto, es decir, los eventos climáticos extremos favorecen el desarrollo de la enfermedad pero esta puede contenerse mediante la aplicación oportuna de fertilizantes y fungicidas, entendiendo el término “oportuno” como la toma de decisiones fundamentada en la inspección de la plantación; comprendiendo claramente que la roya estará siempre presente en el cafetal en las hojas residuales infectadas, y que puede provocar un ataque de graves consecuencias si las medidas de contención no se efectúan oportunamente (Avelino y Rivas, 2013; Rivillas *et al.*, 2011).

2.12. Un factor de gran importancia: la nutrición adecuada del cafeto

El estado nutricional de cafetales se relaciona directamente con el impacto de la roya. Durante la etapa de producción y maduración de los frutos se produce una migración de los compuestos fenólicos que intervienen en los mecanismos de defensa de las hojas, dichas sustancias migran desde las hojas hacia los frutos, con lo cual las hojas son más susceptibles al ataque del hongo. El hongo ataca sobre hojas maduras con estomas bien formados y no lo hace sobre hojas inmaduras. Las mayores exigencias de fertilización ocurren en la etapa de formación de los frutos y si no se aplica fertilización se produce una reducción en los niveles de nutrimentos en las hojas, lo cual causa una mayor susceptibilidad del cafeto a la roya. Por experiencias fructíferas se sabe que las plantas con altas cargas productivas sufren de un estrés nutricional. En definitiva, la receptividad de las hojas hacia el hongo está en función de la carga de frutos que soporta el cafeto y su susceptibilidad al ataque del hongo estará decisivamente influenciada por su nivel nutricional y, en consecuencia, la aplicación de fertilización adecuada y oportuna será el factor determinante en el avance y la gravedad de la enfermedad. La fertilización correctamente aplicada se fundamenta en la determinación de las necesidades nutricionales de los cafetos, mismas que son decididas mediante el análisis de suelos y el ciclo productivo del café (Avelino y Rivas, 2013; Rivillas *et al.*, 2011; Avelino *et al.*, 2006).

2.13. Las prácticas de control químico para el correcto combate de la roya

El combate químico del hongo se divide en dos tipos de fungicidas: los protectores y los sistémicos. Como su nombre lo indica, los fungicidas protectores son compuestos a base de cobre, y tienen la función de evitar la germinación y la posterior penetración de las esporas del hongo. Su aplicación por aspersión sobre el follaje del cafeto forma capas delgadas protectoras que conforman una barrera para el desarrollo del hongo, pero está claro que no eliminan el hongo si este ya se ha instalado sobre la hoja. Los fungicidas sistémicos de mejores resultados son los triazoles, también se aplican por aspersión y una vez suministrados se movilizan a la parte superior del cafeto, principalmente dentro de las hojas en dirección hacia los bordes y las puntas llegando a los tejidos internos y circulando dentro de las hojas por los conductos que conducen el agua y los nutrientes; estos fungicidas impiden la producción de una sustancia vital para el crecimiento del hongo llamada ergosterol; conforme lo anotado, la correcta

aplicación de fungicidas comprenderá la etapa de prevención realizada al principio del año al emplear fungicidas protectores para el cubrimiento de las hojas inmaduras no infectadas y, en el caso de un brote importante, se deberá acudir a la aplicación de los fungicidas sistémicos. De capital importancia es el control de la roya fundamentado en la práctica de la inspección sistemática y frecuente de los cafetales, la cual facultará la correcta toma de decisiones para la aplicación de fungicidas, la selección correcta del mismo, y para que su aplicación se ejecute en la fase productiva donde se maximiza su efectividad (Rivillas *et al.*, 2011).

2.14. Las prácticas agronómicas para el control de la roya

El conjunto de prácticas agronómicas comprende la sombra regulada, la utilización de distancias de siembra correctas, la poda de las plantas, la selección de número de hijos por planta, el control de malezas, y una fertilización adecuada y oportuna. La poda se ejecuta después que finaliza la cosecha del grano en el período seco o de baja precipitación, tiene como objeto eliminar tejido enfermo, agotado y ramas quebradas para que la planta se renueve. La ejecución integrada de estas actividades aumenta la productividad de los cafetales y, a su vez, limita el avance de la roya pero también de todas las otras enfermedades y plagas; y por su efecto beneficioso induce un menor requerimiento de fungicidas e insecticidas, los cuales tienen un costo elevado sumado al hecho de que estas sustancias causan contaminación por la acumulación de metales pesados en suelos y aguas, aunado a los riesgos para el usuario debido a los efectos secundarios asociados al contacto con agroquímicos y a las dificultades de aplicación en zonas de pendientes pronunciadas o donde haya escases de agua (Rivillas *et al.*, 2011; Avelino y Rivas, 2013).

De capital importancia para la prevención y control de la roya (y de todas las plagas y enfermedades del cafeto) es la ejecución de las prácticas agronómicas, pues este conjunto de actividades constituye una barrera de gran efectividad para evitar el ataque epidémico de plagas y enfermedades. La explicación de la ocurrencia de la epidemia de la roya considera necesariamente la conjunción de diversos factores citando los siguientes: el estrés y desequilibrio nutricional sufridos por plantaciones que habían tenido ciclos de alta producción pero no habían recibido la adecuada nutrición (por vía de fertilización), bajo potencial hídrico del suelo y fuerte radiación solar seguidos de lluvias torrenciales, la cantidad de inóculo residual debido a la no ejecución de podas y la consecuente presencia de ramas y hojas enfermas; en resumen, el descuido de los cafetales que se sumó a condiciones climáticas severas proporcionó las condiciones para que la roya lograra un gran avance destructivo. Estas variables organizadas por su influencia son la mala nutrición de los cafetales, las deficiencias de aplicación de fungicidas (su selección incorrecta y su no aplicación) factor asociado a la ausencia de monitoreo de las plantaciones, deficiencias de la regulación de la sombra y, finalmente, los temas de capacitación y facilidades crediticias para los agricultores (Avelino *et al.*, 2006; Avelino, 2013; Barquero, 2013; Rivillas *et al.*, 2011).

“La epidemia de roya es el resultado de una combinación de clima y manejo”

(Barquero, 2013; Avelino, 2013)

2.15. Las variedades de café resistentes a la roya

El desarrollo de nuevas variedades surge por la necesidad de contar con cafetos de alta producción, buena calidad de taza y adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de cada región cafetalera; paralelamente y por el descubrimiento del híbrido de Timor y las ya entonces conocidas epifitias de la roya, se hizo evidente el requisito de los cafetos de poseer resistencia a las enfermedades, particularmente a la roya. La práctica cultural de siembra de cultivares con resistencia genética a enfermedades es considerada como el método más económico y beneficioso para el combate de los patógenos causantes, pues su implementación permite la reducción del uso de fungicidas u otros agroquímicos. El tema de las variedades del café resistentes a enfermedades ha tenido mucha importancia para la caficultura latinoamericana y la labor intensa de instituciones especializadas de la región ha producido el desarrollo y la posterior liberación de cultivares en varios países como México, Colombia, Costa Rica, Honduras y El Salvador (ICAPE, 2011).

En la actualidad se tiene a disposición diversos cultivares resistentes no solo al hongo de la roya y se desarrolla e investiga la resistencia a los otros patógenos causantes de las principales enfermedades (Ojo de gallo, Mal de hilachas, Derrite, Antracnosis, Llagu macana), además algunas de las variedades liberadas demuestran resistencia al ataque de nematodos. Asimismo, en el presente los programas de investigación y desarrollo trabajan intensamente para superar el desafío de ofrecer materiales con resistencia duradera, y la respuesta de los países latinoamericanos pasa por los programas experimentales para la verificación de la capacidad de adaptación y la resistencia a las enfermedades ofrecidas por los nuevos cultivares liberados desde los centros científicos encargados de su producción (ICAPE, 2011).

2.16. El híbrido de Timor

Desde su hallazgo en la isla de Timor en 1917, el híbrido natural producto del cruce entre *C. arabica* y *C. canephora* ha sido sujeto de investigación para desarrollar variedades resistentes a la roya del café. Este cultivar denominado 'híbrido de Timor' está dotado con las características morfológicas y agronómicas de *C. arabica* y posee la resistencia genética a la enfermedad de *C. canephora*. Los intereses científico y productivo generados por el híbrido condujeron al establecimiento en Portugal en 1955 del Centro de Investigación de la Roya del Café (CIFC por sus siglas en portugués) para el estudio de la roya del café y el desarrollo de variedades resistentes. Desde entonces el híbrido ha sido utilizado en los programas de mejoramiento genético para desarrollar variedades resistentes a la roya del café; por su característica genética la roya se clasifica en diferentes razas. La investigación reveló el conocimiento sobre las relaciones genéticas presentes entre la roya y el café las cuales se rigen por un sistema genético de tipo específico. Las razas del hongo atacan de forma diferenciada a las especies y variedades de café, dependiendo de los genes de resistencia de la planta y de los genes de virulencia del hongo (Avelino y Rivas, 2013; OIC, 2014; Filho y Astorga, 2015; Rivillas *et al.*, 2011).

Cuando una planta de café se enferma, significa que el gen de resistencia (SH) presente en la planta, tiene el gen de virulencia (V) correspondiente en el hongo (Barquero, 2013). Se

conocen al menos nueve genes implicados en la resistencia específica del cafeto a la roya. Los genes de resistencia (SH1 hasta SH9) en el hospedante (el cafeto) corresponden “gen a gen” según la teoría de Flor (1955), a genes de virulencia (V1 a V9) en el parásito (la roya). Una relación compatible se presenta cuando el hongo posee al menos todos los genes de virulencia correspondientes a los genes de resistencia del hospedero. Al contrario si el hongo carece de uno de los genes de virulencia al menos, se obtiene una reacción incompatible, sin ningún tipo de síntoma, es decir una reacción de resistencia completa. Diversamente asociados entre ellos, los genes SH determinan diferentes “grupos de resistencia” en el hospedante, al igual que distintamente asociados entre ellos, los genes de virulencia determinan los diferentes tipos de raza en el parásito, de los cuales se conocían al menos 32 en 1975 (Avelino y Rivas, 2013).

Para determinar la presencia de las razas de roya se toman muestras y se envían al CIFC, donde se realizan los análisis en plantas de café que se denominan cafés diferenciales; es decir, que reaccionan de maneras diferentes ante las distintas razas de roya. Por medio de las investigaciones se sabe que la raza II del hongo fue la que en 1970 se diseminó rápidamente en las regiones productoras de café en el sur de Brasil. En Centroamérica el estudio de las muestras enviadas al CIFC en la década de los ochenta permitió determinar la presencia mayoritaria de la raza II lo cual se explica porque en la región la mayor parte del área sembrada de café contiene variedades susceptibles a la raza II. En Colombia, los estudios realizados al llegar la roya del café en 1983 reportaron que a la raza II y sus derivados prevalecen en ese país y son los responsables de la afectación a la variedad Caturra. Las razas del hongo no presentan diferencias en cuanto a los síntomas y signos que producen en el cafeto. Cuando la roya llegó a Latinoamérica todas las variedades cultivadas en la región eran susceptibles a esta enfermedad (OIC, 2014; Filho y Astorga, 2015; Rivillas et al., 2011; Avelino y Rivas, 2013; Barquero, 2013).

Las variedades de C. arabica, como Bourbon, Typica, Caturra, Catuaí y Pacas contienen los genes de resistencia SH1, SH2, SH4 y SH5, los cuales pueden estar en diferentes combinaciones aún no identificadas completamente. Lo que sí se conoce es que estas variedades son susceptibles a la raza II de la roya anaranjada, la cual contiene el gen de virulencia v5; las variedades mencionadas contienen el gen de resistencia SH5, lo que explica por qué son susceptibles a la enfermedad. El híbrido natural (híbrido de Timor) abrió la posibilidad de incorporar nuevos genes de resistencia a la roya del café. Este híbrido incorporó cuatro genes de resistencia que provienen de C. canephora (SH6, SH7, SH8 y SH9). Las descendencias 832, 1343 y 2570 del híbrido de Timor heredaron los genes de resistencia de C. canephora; en consecuencia, las variedades desarrolladas a partir del cruce con las variedades Caturra, Villa Sarchí y Catuaí –conocidas como catimores, sarchimores y cavimores respectivamente– contienen ocho genes de resistencia: cuatro heredados de C. arabica y cuatro de C. canephora. Esto ha abierto nuevas posibilidades para obtener una resistencia más duradera contra la roya del café (Filho y Astorga, 2015).

Tanto en Brasil como en Colombia se desarrollaron programas que produjeron variedades que incorporaban genes de resistencia a la enfermedad, producto del cruce de variedades como Caturra y Caturra con descendencias del híbrido de Timor por lo que presentan resistencia a la roya del café raza II. Sin embargo, el hongo evoluciona para adaptarse y afectar a las nuevas variedades. Con el paso de los años, las variedades producidas y liberadas en los años ochenta presentaron pérdida de la resistencia a la roya del café, y por ello se tuvo por demostrado que, con el paso del tiempo, las descendencias del híbrido de Timor se vuelven susceptibles al ataque del patógeno. Conforme la combinación de genes de resistencia presentes en las variedades de café aumenta, las razas de la roya también desarrollan más genes de virulencia que con el tiempo logran atacar a los cafetos, en un proceso conocido como quiebra de la resistencia; por lo que se reconoció la capacidad evolutiva del hongo para infectar los cafetos que eran considerados resistentes (Filho y Astorga, 2015).

*Los estudios realizados con *H. vastatrix* han permitido demostrar que el hongo ha evolucionado y desarrollado variantes genéticas (razas del hongo). Las razas del hongo atacan de forma diferenciada a las especies y variedades de café, dependiendo de los genes de resistencia de la planta y de los genes de virulencia del hongo (Cristancho et al., 2012).*

El proceso para el surgimiento de una nueva raza es un fenómeno natural e irreversible de los hongos patógenos de plantas utilizado para sobrevivir; y en muchas ocasiones su aparición está condicionada a las barreras genéticas que se crean para evitar su ataque en las plantas mejoradas con resistencia a la enfermedad, aumentando de este modo la virulencia del patógeno, es decir, su capacidad de infectar o producir enfermedad en una planta que no podía atacar anteriormente (Barquero, 2013).

El hongo de la roya ha demostrado su capacidad de mutación y en su lucha por la supervivencia realiza el proceso de adaptación a las nuevas condiciones que le impone el cultivo de variedades resistentes, de modo que evoluciona para atacar a estas variedades y así obtiene capacidad para dar continuidad a su ciclo de vida (Filho y Astorga, 2015).

Conociendo la gran aptitud de la roya anaranjada para mutar y sabiendo que una diversidad de genotipos del hospedero, en cuanto a sus genes de resistencia, sería un factor favorable a la diversificación del patógeno en razas cada vez más complejas y a su conservación en el ambiente, resulta evidente que solamente con variedades de Catimor altamente cargadas en genes de resistencia y sobre todo homogéneas en cuanto a esa carga genética, se tendría la oportunidad de preservar la resistencia por muchos años (Muller, 1984). Pero no se conoce exactamente el número de genes de resistencia de cada una de las diversas líneas de Catimor... El descubrimiento de la resistencia incompleta a la roya tiende a demostrar que la solución genética duradera al problema de la roya anaranjada solamente se puede lograr a través de la acumulación de un gran número de genes de resistencia tanto completa como incompleta (Avelino y Rivas, 2013).

La resistencia completa o total es originada por la existencia de genes específicos o principales en la planta que impide que las esporas de la roya puedan penetrar las hojas del cafeto, logrando con ello que no ocurra la infección en los tejidos internos de las hojas, por lo que no es posible observar la formación de manchas traslucidas o lesiones con esporas de color naranja... La resistencia incompleta o parcial es causada por genes no específicos que no impiden la penetración de la espora en la hoja, pero que sí limitan o dificultan la colonización del hongo en los tejidos internos de la hoja, por lo que el tiempo para el surgimiento de síntomas es más prolongado y la formación de esporas en las lesiones provocadas por la enfermedad es menor. Esto causa el desarrollo de una menor incidencia de roya en las plantas del cafeto (Barquero, 2013).

A pesar del panorama descrito, la variedad de cafeto Costa Rica 95 no tiene reportes de susceptibilidad pasados ocho años de su liberación y su cultivo en Honduras, lo cual es muy positivo en cuanto a la durabilidad de su resistencia y la dificultad estriba en su aceptación y la poca cantidad de área sembrada con este cultivar. El mayor peligro a tomarse en cuenta se ubica en el cultivo de la variedad robusta, condición tal que causaría la pérdida de resistencia del Catimor (Avelino y Rivas, 2013).

El trabajo de mejoramiento genético para producir nuevas variedades resistentes a la enfermedad se convierte en una labor continua. Los investigadores buscan de manera permanente nuevas fuentes de resistencia que permitan poner en manos de los productores variedades con mayor resistencia a la enfermedad que retrasen el avance o, por lo menos, minimicen los estragos que provoca cuando se presenta como una epidemia. Para ello se deben emplear estrategias que combinen materiales resistentes y aplicar medidas de prevención y control adecuados y oportunos (Filho y Astorga, 2015).

Resumen

Como se discutirá en el siguiente capítulo, en los años ochenta tuvo expansión un tipo de caficultura denominada “intensiva” cuyo objetivo fue el logro de alta productividad fundamentada en la aplicación voluminosa de agroquímicos; pero esa modalidad de cultivo condujo a una proliferación de plagas y enfermedades nunca antes confrontada, ante la cual la respuesta inmediata y acorde con ese tipo de explotación consistió en la aplicación masiva de plaguicidas y fungicidas; posteriormente se desarrolló el concepto de “manejo integrado de plagas y enfermedades” en procura de minimizar el uso de agroquímicos y proveer barreras naturales que limiten las condiciones en las que las plagas y enfermedades puedan alcanzar dimensiones de daño económico importante para las finanzas de los caficultores. Muestra del éxito de estas técnicas se halla en el control de la broca del café y de otras plagas que en su momento de mayor impacto parecían ser de difícil control.

En el quinquenio 2000-2015 los graves daños ocasionados por la roya movilizaron los recursos técnicos regionales que han coincidido en que la epidemia prosperó por una mala atención de los

cafetales en aspectos como: la mala nutrición de los cafetales, las deficiencias de aplicación de fungicidas (su selección incorrecta y su no aplicación), este último factor asociado a la ausencia de monitoreo de las plantaciones y deficiencias de la regulación de la sombra sumados a la cantidad de inóculo residual debido a la no ejecución de podas y la consecuente presencia de ramas y hojas enfermas, todo lo cual se sumó a los aspectos de la capacitación y las facilidades crediticias para los agricultores y a la mala situación de los cafetales frente a la ocurrencia de eventos climáticos extremos que causaron un bajo potencial hídrico del suelo, así como a períodos de fuerte radiación solar seguidos de lluvias torrenciales. En síntesis, el descuido de los cafetales que se sumó a condiciones climáticas severas proporcionó las condiciones necesarias para que la roya lograra un gran avance destructivo.

Una de las áreas con gran potencial para el combate de las enfermedades fungosas es el desarrollo y cultivo de variedades resistentes de café arábica. Varios países desde Perú hasta México han desarrollado y promovido el cultivo de estas variedades; sin embargo, en el caso de la roya, esta es un área de trabajo permanente debido a la conocida capacidad de mutación del hongo y también a su eventual diseminación debida a la actividad humana, pero el trabajo continúa en pleno desarrollo en el seno de diversas instituciones en los países latinoamericanos. Aún con la amenaza de su capacidad mutante debe promoverse la renovación y la siembra de los cafetales recurriendo a las variedades resistentes disponibles, acudiendo a las fuentes autorizadas en cada país de la región mesoamericana.

MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

Guillermo Canet y Carlos Soto

Este capítulo tiene como propósito brindar al lector una visión panorámica de los sistemas agrícolas aplicables para el cultivo del café en Mesoamérica a partir de su evolución desde los albores del siglo XX hasta el presente, donde los aspectos de sostenibilidad ambiental y social tienen enorme relevancia para la promoción del comercio y el consumo de café. En determinadas etapas de la caficultura latinoamericana, particularmente a partir de la década de los ochenta, se desarrollaron sistemas de agricultura tecnificada orientada radicalmente hacia el aumento de la productividad obtenida mediante el uso intensivo de agroquímicos para fertilización y para el control de plagas y enfermedades que proliferaron de modo paralelo a la implementación de la agricultura intensiva.

Estos sistemas fueron desarrollados en Brasil y se extendieron hacia otros países de la región centroamericana; aunque uno de los aspectos más criticados reside en los aspectos ambientales negativos que hoy día les son atribuidos y reconocidos. Sin embargo, en el caso brasileño, la aplicación de técnicas de cultivo de café altamente tecnificadas continúan en pleno uso y desarrollo; por ello los sistemas de caficultura brasileña se separan de aquellos cuya tendencia se está recomendando en el resto de los países de cara a la problemática generada por los impactos del cambio climático que están azotando a la producción agrícola latinoamericana y, de modo particular, a la región centroamericana y del Caribe. En este capítulo se anotarán las referencias tecnológicas que permiten afirmar que los

sistemas de cultivo tradicionales caracterizados por la presencia de árboles dentro del cafetal y los sistemas de agricultura tecnificada con uso de sombra reguladas, proveen las condiciones necesarias para facultar la sostenibilidad social, económica y ambiental de la caficultura.

3.1. La caficultura en Brasil y su condición diferenciada con el resto de Latinoamérica

Como primer espacio de reflexión deben entenderse las diferencias en su desarrollo que desde los inicios de la actividad se dieron entre la caficultura brasileña y la de los demás países desde Perú hasta México, un conglomerado que reúne condiciones agroecológicas similares y que difieren de las propias de Brasil. Actualmente sigue siendo un desafío interpretativo toda información tecnológica que provenga de los avances y desarrollos que se ejecutan en la gran nación cafetalera del sur, porque las condiciones agroecológicas de la caficultura brasileña pueden asimilarse con las de los grandes productores asiáticos y, a la vez, difieren del resto del conjunto latinoamericano. Históricamente, en Centroamérica y México las adopciones tecnológicas como sistemas de cultivo y sus cultivares y otras técnicas propias de Brasil y su traslado hacia los demás países han tenido consecuencias, mismas que en algunos temas han sido en beneficio pero en otros quizás no, como podría citarse el caso de la caficultura tecnificada a pleno sol, la cual sigue siendo la que se utiliza en Brasil pero cuya implementación en la región centroamericana no ha sido tan positiva en el mediano y largo plazo; conviene, por lo tanto, anotar brevemente algunas características sobresalientes de la caficultura brasileña a fin de fundamentar sus diferencias con respecto a la caficultura que se desarrolla en el resto de los países latinoamericanos.

3.2. Generalidades de los sistemas de cultivo y la industria brasileña

En el caso brasileño los sistemas de cultivo se desarrollan en terrenos extensos con pendientes moderadas que en algunas zonas son planicies. Los cafetales son explotaciones a pleno sol sin uso de sombra ni otro cultivo excepto el café. La densidad de siembra es muy elevada, las variedades cultivadas son de porte bajo y altamente productivas y la mecanización de las labores culturales y de la cosecha están ampliamente difundidas. De igual modo y en respuesta a la realidad del cultivo compartido de arábicas y robustas, los sistemas mecánicos de procesamiento (beneficiado) del café son concebidos para un proceso simplificado de clasificación, con la mínima utilización de agua, tanto para la remoción de pulpa y mucílago como para la clasificación de los granos en la etapa de beneficio húmedo. Una condición coyuntural vigente en Brasil y que le favorece en gran medida se halla en la remuneración recibida por el agricultor, el cual percibe aproximadamente entre el 85 y el 90 % del precio final de venta de su café, situación contrastante con respecto a los caficultores del resto de los países a nivel mundial donde oscila entre el 60 y el 70 %, aunque en algunos países de Latinoamérica se han registrado casos donde lo pagado al agricultor apenas llega a un 25 o 30 % del precio final de su café oro.

Otra gran fortaleza de Brasil reside en el acervo de conocimiento tecnológico del cultivo de café desarrollado *in situ* y, por lo tanto, adaptado a sus condiciones particulares, lo cual marca diferencias en los aspectos de la producción agrícola con aquellos presentes en la caficultura del resto de los países de Latinoamérica. La problemática de sostenibilidad de los sistemas productivos de café en los temas

de conservación y defensa del medio ambiente es abordada de igual modo por un sistema tecnológico de avanzada desarrollado y adaptado a las condiciones propias de la agroecología brasileña. Un tema fundamental para el desarrollo moderno de su caficultura es el caso del mercado del café brasileño: en tres quinquenios Brasil se ha convertido en el segundo mayor consumidor de café a nivel mundial con un volumen similar al de Estados Unidos, gran parte del café producido en Brasil es consumido allí mismo, de modo que las características de calidad del café brasileño han sido aceptadas gradualmente y ahora son del agrado de sus consumidores, lo cual es una situación que favorece notablemente a la industria cafetera brasileña y eso marca diferencia con la situación de mercado de los cafés producidos en los otros países que batallan para conseguir la apertura de nichos de mercado cuyas preferencias deben explorar y satisfacer. Cabe decir que el desarrollo y crecimiento de la caficultura a nivel mundial ha correspondido con el aumento del consumo de café a nivel global (Brando, 2012).

Finalmente y como se abordará en este capítulo el tema de la resiliencia de la caficultura ante el cambio climático en la región de Perú a México tiene fundamento en la implementación de la caficultura bajo sombra, sombra regulada acorde con las condiciones climáticas de cada región productora, que se planifica por la intensidad de radiación solar y por las condiciones de precipitación, también considerando como fundamento el manejo socioeconómico de las poblaciones rurales involucradas con la plantación de árboles dentro de los cafetales en procura de generar ambientes que faculten la conservación de los suelos y la retención de agua en los sistemas agrícolas. Planteamiento que sin duda difiere del abordaje tecnológico que se está desarrollando en Brasil actualmente.

3.3. Evolución de los sistemas de cultivo en Latinoamérica

La temática de los sistemas de producción agrícola de café en los países latinoamericanos requiere en primera instancia de dar un vistazo a las etapas de su evolución en el transcurso del siglo XX, de manera que la interpretación del panorama actual permita una visión de conjunto y una apertura hacia los temas de sostenibilidad y a las amenazas vigentes como producto del cambio climático que continúa su avance a nivel global (Samper en Bertrand y Rapidel, 1999).

En el conglomerado de Perú hasta México los sistemas de cultivo de café se definen por un conjunto de parámetros agroecológicos cuya característica básica es la altitud de la plantación, la cual para la obtención de cafés arábica lavados de calidad debe ser mayor a los 1 000 msnm, preferiblemente 1 200 msnm. Partiendo de esta condición, los cafetales latinoamericanos (fuera de Brasil) fueron en un principio plantaciones desarrolladas dentro de zonas boscosas, de modo que el cultivo de los cafetos se realizaba bajo la protección de la sombra de árboles, dentro de ecosistemas de gran equilibrio para la diversidad de vida silvestre y los cuales aún prevalecen, especialmente en México y Perú; como lo menciona Samper, en la región el cultivo del café se realizó inmerso desde sus inicios en ambientes de bosques primarios o secundarios, y principalmente en México y Perú se mantienen hoy día como al inicio, son cafetales rudimentarios con muy baja densidad de siembra y ausencia de tecnificación (Samper en Bertrand y Rapidel, 1999).

Durante el siglo pasado y hasta la década de los cuarenta de nuestro siglo, los cafetales de Centroamérica tenían pocas variedades comerciales. La mayoría de los cafetales eran de *C. arabica* variedad *Typica* y en menor grado *Bourbon*, *Maragogipe* y otras de menor importancia. Eran plantas con gran uniformidad que crecían muy alto debido a su genética y a la ausencia común de poda. En muchas partes era indispensable el uso de escaleras para la cosecha. Las características más importantes de estos sistemas eran la baja densidad de siembra (hasta más de 3 metros entre plantas y entre surcos) y el intenso sombreado del café por los árboles asociados. En la mayoría de las fincas las densidades variaban entre 500 y 800 plantas por hectárea y las producciones por área eran muy bajas, de 300 a 500 kilos por hectárea. Sin embargo, la productividad del trabajo era relativamente alta. Mientras que la producción de una arroba de café pergamino seco (12.5 kg) en Colombia requería de menos de 7 horas de labores de cultivo antes de 1954, se necesitaban más de 18 horas para cafetales “transformados” a partir de 1955. Aunque esto representa un aumento de los costos muy fuerte, se podría interpretar como algo positivo desde la perspectiva de la generación de empleo rural. Había plantaciones debajo de bosques “raleados”, denominadas “bajo sombra natural”, pero se recomendaba el uso de sombra con árboles plantados con este propósito, típicamente de *Musáceas* o *leguminosas*. Para banano se recomendó una distancia de más o menos siete metros entre plantas. En el caso de las *leguminosas* la recomendación típica era sembrar un árbol de sombra por cada tres cafetos, o sea alrededor de 200 árboles por hectárea. Ejemplos de estos sistemas de alta diversidad y bajos o cero insumos extremos se pueden encontrar hasta hoy día donde la intensificación no pudo tener un impacto fuerte. En todos los países de la región desde Perú a México y el Caribe se pueden encontrar ejemplos de estos sistemas (Fernández y Muschler en Bertrand y Rapidel, 1999).



FIGURA 2.
Sistema de cultivo tradicional en zona de bosques.

3.4. La tecnificación de la caficultura en Centroamérica

A partir de la década de los cuarenta la caficultura a nivel mundial experimentó un desarrollo técnico a nivel mundial impulsado por el aumento del consumo del café. En Latinoamérica tomaron auge las instituciones de investigación y desarrollo, especialmente en Brasil, Colombia y en Centroamérica, México y el Caribe, para apoyar la tecnificación de la caficultura y promover el aumento de la productividad con objeto de aprovechar el auge y crecimiento del mercado cafetero. En Brasil se trabajó intensivamente en el desarrollo de variedades más productivas y de condiciones más aptas para la reducción del laboreo. En Colombia se fundó CENICAFE apoyada por la Federación de Cafeteros. En Centroamérica se estableció el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) en Turrialba, Costa Rica. Y se generó una etapa muy productiva en los diferentes aspectos de la caficultura tales como experimentación sobre efectos del sol y de la sombra, estudios fisiológicos en relación al manejo agronómico, nuevos sistemas de poda y manejo general de las plantas, entre otros. El aumento de la productividad por área sembrada fue una de las áreas de estudio claves y de mayor desarrollo siguiendo una línea definida desde los años cincuenta hasta los años ochenta cuando se materializa en Costa Rica y en Honduras con los programas con apoyo de USAID (Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos) duplicando el volumen de café producido en ambos países mediante un cambio drástico por caficultura tecnificada (Fernández y Muschler en (Bertrand y Rapidel, 1999; Samper en Bertrand y Rapidel, 1999).

Hacia mediados del siglo XX, la recuperación del mercado internacional del café estimuló la aplicación de mayores cantidades de nutrientes con el propósito de incrementar rendimientos y aprovechar los buenos precios. En las zonas cafetaleras más antiguas venía practicándose la fertilización desde tiempo atrás, pero la cantidad de abonos -especialmente químicos- aumentó considerablemente a partir de los años cincuenta y sesenta. Allí donde la caficultura era más intensiva, los fertilizantes resultaban indispensables para mantener los rendimientos, pero también se recomendaban para intensificar la producción en zonas donde tradicionalmente había sido más extensiva. Aunque siguieron aplicándose abonos orgánicos como el "compost", la pulpa descompuesta del café y otros desechos vegetales, su importancia relativa disminuyó rápidamente. El costo decreciente de los agroquímicos y las campañas realizadas tanto por los servicios de extensión como por los representantes de las compañías fabricantes o distribuidoras condujeron incluso a la sobrefertilización. La tendencia a aplicar mayores cantidades de nutrientes químicos se veía reforzada por la introducción de nuevas variedades que al parecer respondían favorablemente a una mayor fertilización, y más aún por la mayor densidad de siembra (Samper en Bertrand y Rapidel, 1999).

Los procesos de tecnificación de la caficultura para aumentar la productividad ocurrieron en grado mayor o menor a nivel global y tuvieron como motor el propósito de generar riqueza y mejorar medios de vida rural en todos los países pero esta situación generalizada devino en la saturación de la oferta cafetalera que condujo a la fundación de la Organización Internacional del café (OIC) y al

establecimiento del mercado regulado por cuotas a partir de 1963; y esa tendencia se materializó en casos extremos como el de Vietnam que en menos de una década se incorporó como el tercer mayor productor de café a inicios de los años noventa. Sin embargo la situación presente de la cafcultura en Latinoamérica provocada por el impacto del cambio climático y por los cambios producidos en el mercado de café ha demostrado que para la región (excepto Brasil) la cafcultura intensiva sin uso de sombra ya no es la mejor alternativa y que la tendencia correcta apunta a la implementación de sistemas de cultivo de café que cooperen con la protección del medio ambiente, es decir, sistemas con el uso de sombra regulada y dependiendo de las condiciones sociales a ser posibles sistemas agroforestales como los promovidos por las etiquetas de certificación ambiental o social que se discutirán en el siguiente capítulo de esta obra.



FIGURA 3. Sistema de cultivo de café tecnificado sin uso de sombra.

La década de los cincuenta fue de expansión, ya que los precios eran altos y nuevas tecnologías estaban disponibles. Esto causó un aumento muy fuerte en la disponibilidad de café en el mercado, por lo que los precios bajaron vertiginosamente haciendo que durante los años sesenta el mundo cafetalero viviera una de sus más severas crisis. Estando en pleno funcionamiento la Organización Internacional del Café, se establecieron cuotas de exportación y se intentó, sin mucho éxito, erradicar cafetales y propiciar la diversificación (BCCR, 1973). Precios inestables, resultado de fluctuaciones fuertes de la producción mundial, y la reducción del precio (Fernández y Muschler en Bertrand y Rapidel, 1999).

3.5. Los beneficios y ventajas de los sistemas de cultivo que utilizan árboles de sombra

El uso de árboles de sombra en la plantación de café tiene diversos efectos beneficiosos que comprenden aspectos claves para el cafeto.



FIGURA 4. Sistema de cultivo de café tecnificado con uso de sombra.

3.6. Protección del suelo y aporte de materia orgánica

Bajo sombra intermedia homogénea los suelos se mantienen en mejores condiciones vegetativas, los suelos se protegen por la sombra y la hojarasca proporcionada naturalmente por los árboles. El aporte de materia orgánica proveniente de los árboles de sombra es muy beneficioso en cuanto a que contribuye a la conservación de la humedad y de la fertilidad del suelo producto de la hojarasca depositada al suelo.

En el estudio de Rice (1991), se encontró que la hojarasca acumulada en el suelo fue de tan solo 7.8 toneladas por hectárea en un cafetal intensivo (sin sombra a pleno sol), mientras que en el tradicional (con sombra regulada), se acumularon 12 toneladas. Según Beer (1988), árboles de sombra pueden aportar entre 5 y 10 toneladas de materia orgánica por hectárea por año. Estos aportes resultan en niveles más altos de materia orgánica y, por ende, en una capacidad de intercambio catiónico y una fertilidad más alta en sistemas con árboles de sombra comparados con sistemas a pleno sol (Fernández y Muschler en Bertrand y Rapidel, 1999).



FIGURA 5. Aporte de materia orgánica al suelo por los árboles de sombra.

Control de malezas: las malezas son manejadas sin necesidad de labores de control con agroquímicos. El control de malezas cuesta aproximadamente el doble que el manejo de árboles de sombra tomando en cuenta los componentes de mano de obra en un caso, y el costo de los agroquímicos sumado al costo de mano de obra en el segundo caso.

3.7. Conservación de la humedad del suelo

La conservación de la humedad del suelo es drásticamente mayor en las plantaciones de café bajo sombra comparada con las plantaciones en sistemas de cultivo sin sombra.



FIGURA 6. Conservación de la humedad del suelo en sistema de cultivo con sombra.

Rice (1991), en sus estudios en Nicaragua, observó que aunque el régimen de lluvias no había cambiado en la región de Carazo, las plantaciones intensivas tenían 72 % menos humedad en el suelo que las plantaciones tradicionales (Fernández y Muschler en Bertrand y Rapidel, 1999).

3.8. Regulación del microclima interno de la plantación

El uso de sombra evita las variaciones drásticas de la temperatura y la humedad en el entorno inmediato de los cafetos. Se han realizado diversos estudios con mediciones precisas de los parámetros de temperatura y humedad en el microclima inmediato al entorno de los cafetos y se ha demostrado que los sistemas de cultivo de sombra regulada proveen protección a los cafetos al reducir las variaciones abruptas del microclima y así generan condiciones para un microclima estable en el ambiente interno de la plantación de café. De modo paralelo, las mediciones de la humedad del suelo en sistemas de cultivo de café bajo sombra comparados con el cultivo sin sombra demostraron que la humedad del suelo se conserva gracias al efecto de protección del microclima interno de la plantación de café obtenido por efecto del uso de la sombra regulada (Lin, 2007).

3.9. Efectos sobre la calidad de la bebida en los sistemas de cultivo con uso de sombra

Desde la década de los noventa se tienen diversos reportes de expertos catadores que indican que la calidad de la bebida del café es superior cuando el café es producido en sistemas de cultivo con uso de sombra comparado con el caso del café producido en sistemas de cultivo de café a pleno sol. La evaluación de la bebida por parte de expertos catadores se fundamenta en indicadores sensoriales propios de la degustación tales como dulzura, acidez, aroma, fragancia y cuerpo entendido como la riqueza de todos los atributos deseables de la bebida de café. La calificación de superior se refiere a que los atributos sensoriales anotados tienen mayor presencia, es decir, son perceptibles en mayor grado y en su conjunto proveen una mayor sensación de agrado (Rice y McLean, 1999; Fernández y Muschler en Bertrand y Rapidel, 1999).

3.10. Los sistemas de cultivo bajo sombra y la biodiversidad

A partir de la década de los noventa diversas organizaciones que han promovido el cultivo de café orgánico y otros tipos certificados han realizado esfuerzos para demostrar que los sistemas de cultivo de café agroforestales (y por ello con uso de sombra) reúnen cualidades de mayor estabilidad ecológica que un monocultivo; estos sistemas no solamente conservan, de modo similar a un bosque, una gran diversidad de plantas y animales –como ya se ha anotado tienen capacidad de moderar el microclima interno de la plantación, proveen mejores condiciones para un mejor control de las malezas, generan condiciones para la adecuada retención del agua, son aptos para la introducción de barreras necesarias para reducir la erosión de los suelos, por el aporte natural de los árboles se auto proveen de materia orgánica y por ello mantienen la fertilidad y la del suelo–, que de modo conjunto facultan el máximo aprovechamiento de los recursos de la explotación agrícola (recursos del sistema), dado que estos son reciclados permanentemente. Además, por su condición similar a la

de los bosques, estos sistemas proveen el hábitat adecuado para aves migratorias y residentes, para pequeños mamíferos, reptiles, artrópodos y otros grupos de animales, constituyéndose por sí mismos en refugios para la vida silvestre.

La presencia de la biodiversidad tiene a su vez efectos muy positivos para la reducción de los costos de la producción agrícola dado que la presencia de hormigas y de otros insectos que pueden ser depredadores, así como arañas y parasitoides, de mamíferos, así como la presencia de microorganismos con diferentes funciones cooperan para mantener bajo control el incremento de plagas y enfermedades de los cafetos; la materia orgánica, en gran parte a través de un estímulo de la diversidad y actividad microbianas, puede contribuir fuertemente a suprimir muchas enfermedades de las plantas. Una de las mayores críticas dirigidas a la caficultura intensiva reside en que estos productores aplicaban la eliminación sistemática de toda planta o animal presentes en los cafetales. No en vano se ha señalado en diversos foros técnicos que la aparición de plagas como los nematodos antes inexistentes o la proliferación excesiva de las enfermedades como la chasparria y el ojo de gallo ocurrieron de modo paralelo a la implementación de sistemas de cultivo intensivos en los cuales se practicó sistemáticamente la eliminación de la biodiversidad aparejada con el uso intensivo de agroquímicos, teniendo básicamente el argumento del aumento de la productividad de las plantaciones (Van Rikxoort et al., 2014; Bosselmann, 2012; Méndez et al., 2010; Rice y McLean, 1999; Fernández y Muschler en Bertrand y Rapidel, 1999).

La literatura sobre los beneficios y limitaciones de los sistemas de producción tecnificada con sol o menos sombra y los sistemas tradicionales con mayor sombra es abundante. En general, en los sistemas tradicionales el uso de agroquímicos es menor, ya que los productores utilizan insumos orgánicos y aprovechan las interacciones entre especies y prácticas agronómicas para enriquecer la fertilidad del suelo y limitar los efectos de las plagas. Esto puede implicar un menor uso de productos comerciales, lo cual reduce la presión sobre la rentabilidad por el lado del gasto, la contaminación de fuentes de agua, incluyendo emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y el desarrollo de resistencia a las plagas. El sistema de policultivo puede generar mayor producción de materia orgánica, mejor filtración de agua, retención de humedad y del suelo en tierras con pendiente y otros servicios ecosistémicos como la regulación del clima local y las provisión de hábitat y corredores para especies silvestres, incluyendo polinizadores y controladores de plagas (Jha et al., 2014). Dependiendo de la altitud y otros factores, la sombra puede moderar los extremos de temperatura diaria, reduciendo la diurna y aumentando la nocturna (Rice, 1996; Barquero, 2013). Un estudio reciente de 116 fincas cafetaleras en Mesoamérica proporciona evidencia de un mayor efecto sumidero de carbono en los sistemas de policultivo con sombra en comparación con los de monocultivo sin sombra. La huella de carbono también es menor en los sistemas de policultivo del café pergamino (CEPAL y CAC/SICA, 2014).



FIGURA 7. Sistema de cultivo de café con sombra similar a bosque natural.

3.11. El aumento de la productividad contrastado con los costos de producción

Desde los inicios de su implementación se ha reconocido que los sistemas intensivos de producción sin sombra conllevan implícito el costo de renovación de las plantaciones debido al envejecimiento prematuro de los cafetos sometidos a producción intensiva, y este no puede considerarse un costo fácilmente retornable dado que las plantas deben renovarse en un máximo de 5 años comparados con los 25 años en el caso de sistemas de cultivo tradicionales con uso de sombra regulada.

Como ya se ha anotado, los sistemas intensivos sin sombra indujeron la proliferación de plagas y enfermedades cuyo costo de control –debido a la aplicación intensiva de agroquímicos– es bastante elevado; de igual modo los costos de las prácticas agronómicas para control de plagas y enfermedades tuvieron incrementos muy importantes en las épocas históricas anotadas al inicio de este capítulo. Se han realizado ejercicios de investigación para corroborar estos análisis comparativos; es decir, no puede afirmarse con base suficiente que el aumento de la productividad generará por sí sola la rentabilidad necesaria para cubrir los costos incrementales comparativos entre un sistema con sombra regulada y un sistema donde esta se ha eliminado sobre el argumento del aumento de la productividad, más aún, se ha afirmado erróneamente que la eliminación de la sombra induce una mayor productividad, lo cual no es necesariamente correcto.

*En un estudio de 10 años enfocado en la interacción entre sombra de *Erythrina poeppigiana* (descubrada dos veces por año) y diferentes niveles de fertilización, se reportó que las parcelas con *Erythrina* produjeron la misma cantidad de café con aproximadamente la mitad de los*

fertilizantes que las parcelas al sol. Resultados similares vienen de un estudio comparativo de efectos de diferentes niveles de sombra, en la misma región de Turrialba. En dos cosechas seguidas, parcelas bajo sombra homogénea de 40 a 60 % producida por *Erythrina poeppigiana*, produjeron las mismas cosechas totales que parcelas al sol o bajo *Erythrina podada* completamente tres veces al año. Tomando en cuenta los porcentajes de fruto “chasparreado” o “momificado”, el café bajo sombra intermedia homogénea superó las parcelas con menos sombra. Además las plantas bajo sombra intermedia homogénea se mantenían en mejores condiciones vegetativas, los suelos estaban protegidos por la sombra y la hojarasca, y las malezas estaban controladas sin necesidad de labores de control. Un estudio de la calidad del café con y sin sombra reveló un efecto positivo de la sombra en la calidad de la bebida de café. Los granos producidos en la sombra fueron significativamente más grandes y con mejor calidad organoléptica, tanto por la variedad Caturra como, con diferencias más notables, por el Catimor 5175. Un efecto positivo de la sombra sobre la calidad de la bebida fue detectado también en Guatemala (Fernández y Muschler en Bertrand y Rapidel, 1999).

Con respecto a la discusión sobre rendimientos, el criterio basado exclusivamente en la productividad del café tiende a privilegiar las variedades robustas o híbridas del sistema bajo sol o sombra limitada, seleccionadas por sus altos rendimientos y su período de crecimiento más breve para la producción de cerezos. No obstante, estas plantas tienden a tener menos años de vida productiva que las arábicas, de 12 a 15 años contra 25 a 30 años (Jha et al., 2014) recogen diversos estudios con resultados variados sobre el impacto de la sombra en los rendimientos. No obstante, los análisis que examinan un gradiente continuo de sombra han encontrado que el rango entre 35 % y 50 % de sombra da mayores rendimientos y que el rendimiento no es solamente producto del grado de sombra. Los autores llaman la atención sobre los resultados de diversos estudios que sugieren que la sombra parece dar mayor beneficio al sabor del café producido en regiones subóptimas y con temperaturas altas, en las que mejora las condiciones ambientales locales. En sistemas de policultivo, la evaluación de rendimientos debe involucrar la sumatoria de los diversos productos y servicios proporcionados a los medios de vida del productor, y no solamente el café. La diversificación, especialmente la de pequeños productores, es reconocida como estrategia de reducción de riesgo por las diferencias en los productos por períodos de cosecha, la resiliencia a factores climáticos y enfermedades, los usos dentro de la familia y los ingresos (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

3.12. El uso intensivo de agroquímicos y el daño al medio ambiente

El elemento de mayor crítica negativa a los sistemas de caficultura intensiva sin sombra reside en su requerimiento de aplicación intensiva de agroquímicos para la fertilización de los suelos, pero de modo particular porque la agricultura intensiva del café tiene como consecuencia el incremento y la proliferación de plagas y enfermedades, que como se ha anotado, es una consecuencia de la destrucción del equilibrio del agroecosistema producida por la eliminación de los árboles de sombra y por

ende de la flora y fauna propias de los sistemas de agroforestería. Los pesticidas aplicados para control de plagas y enfermedades causan contaminación de suelos y aguas y además son sujetos potenciales de creación de barreras comerciales en los países importadores de productos agrícolas de consumo humano, situación que se ha hecho evidente en las diversas experiencias acumuladas por los países latinoamericanos desde la década de los noventa.

La intensificación de la caficultura ha traído consigo 1a mayor contaminación ambiental debido al uso cada vez mayor de agroquímicos: fertilizantes para aumentar el crecimiento del café y pesticidas para reducir las poblaciones de organismos dañinos, sobre todo insectos, hongos, hierbas agresivas y nematodos. El uso de fertilizantes en 1a plantación a pleno sol con una densidad de cinco mil plantas por hectárea y rendimientos de 2 500 a 3 000 kilos de café por hectárea, tiene que ser necesariamente muy intenso y puede alcanzar 1 000 a 1 500 kg/ha-año con un potencial de contaminación considerable (ICAFE-MAG, 1989). Las plagas y enfermedades del café en plena exposición solar suelen ser muy severas, particularmente si la fertilización es deficiente o excesiva (Pérez, 1974); es el caso de la Chasparria o de la roya. Se asigna el 15 % del total del costo de producción a nematicidas en ciertas plantaciones intensivas en América Central. El uso de herbicidas en estas plantaciones es generalizado, particularmente donde la disponibilidad de la mano de obra es limitada (Fernández y Muschler en Bertrand y Rapidel, 1999).

3.13. Conceptos básicos del sistema de cultivo de café tecnificado con uso de sombra

La caficultura es un agronegocio donde el cultivo y producción de café como medio de vida de los agricultores debe tener un margen mínimo de rentabilidad que les permita medios de vida dignos a sus comunidades y sus familias y que se constituyan con base en el progreso para quienes se dedican al cultivo de café; se ha anotado que en Latinoamérica los productores de café son mayoritariamente pequeños productores, desde Perú a México y el Caribe, en cada país la caficultura es un medio de vida para las comunidades rurales. De cara al mantenimiento presente y futuro, los sistemas de cultivo que se promueven y divulgan se deben considerar de modo primario a las necesidades de las comunidades rurales y por ello ser sistemas agrícolas capaces de generar riqueza, paralelamente a la conservación del medio ya no por un mero cumplimiento ético pero también considerando que los nichos de mercado para cafés de calidad especial toman en consideración la protección del medio ambiente aparejada a la conciencia social, todo ello por parte de los potenciales consumidores a quienes se les ofrecerá una bebida de calidad exquisita producida en sistemas de cultivo que protegen y, en tanto lo permitan, también sean refugio de la vida silvestre.

Tanto la rentabilidad como la sostenibilidad deben complementarse en el sistema de cultivo y sobre esta base la tendencia moderna contempla *sistemas de cultivo con uso de sombra regulada*, es decir que no son zonas de bosques secundarios sino que el tipo de árbol utilizado para sombra y su manejo responden a consideraciones de orden productivo adaptándose al uso de prácticas culturales

dirigidas al manejo integrado de plagas y enfermedades. De modo paralelo, las variedades de cafetos promocionadas para cultivo reúnen el acumulo tecnológico logrado por más de ocho décadas de investigación y desarrollo; las variedades desarrolladas tienen alta productividad y son resistentes a las principales enfermedades, particularmente a la roya del café, y cuyos granos demuestran alta calidad de la bebida. Estos tres puntos son pilares de la rentabilidad del cultivo: productividad entendida como la mayor cantidad de granos producidos por cada cafeto; resistencia a enfermedades que inducirá la reducción sensible de los costos de control y por ello generará mayores ingresos al caficultor; y calidad de la bebida que faculte la promoción del café por su gran atractivo sensorial y social, mucho más allá de la sola creación de conciencia social por los consumidores, elemento que no es sostenible por sí solo sino que conlleva un producto altamente apetecible para el consumo humano (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

3.14. Conceptos generales para el establecimiento de sistemas de cultivo con sombra regulada

En los sistemas de agricultura tecnificada se conjugan una serie de parámetros seleccionados con base en la investigación y desarrollo y en la experiencia acumulada por su aplicación. A continuación se anotan de modo general los parámetros de mayor importancia para el caso de los sistemas de caficultura tecnificada con uso de sombra regulada.

3.15. Las variedades cultivadas en sistemas de caficultura con uso de sombra regulada

El evento reciente de la epidemia de la roya (2012) y los graves daños económicos causados a la economía de las comunidades rurales ha motivado que algunas instituciones rectoras de la caficultura se inclinen por la promoción de variedades desarrolladas para ser resistentes al ataque de la roya, entre estos cultivares se cuenta con las *Catimores Colombia*, generada en ese país, *Lempira e Ihcafe-90* desarrollada en Honduras, *Costa Rica 95* y varios cultivares de otros países de la región. Sin embargo al interior de las instituciones también se recomiendan variedades que no fueron desarrolladas específicamente por su resistencia a la roya, sino que se consideró su elevada productividad, su adaptabilidad a gran variedad de condiciones climáticas y su reconocida calidad de la bebida (CEPAL y CAC/SICA, 2014; ICAFE, 2006; IHCAFE, 2012).

Partiendo del conocimiento específico de la incidencia y el predominio de plagas y enfermedades específicas en cada zona, se determinará la selección de la variedad recomendada para la producción de café; así podemos decir que, en aquellas localidades donde la roya del café Hemileia vastatrix sea de importancia económica, las nuevas variedades de Catimor, Ihcafe-90 y Lempira son las más apropiadas, recomendándose la primera para alturas superiores a los 1 000 msnm, y la segunda para zonas de media altura a estricta altura (800-1 500 msnm). De igual manera, una mayor incidencia y predominio de otras enfermedades como por ejemplo ojo de gallo (Mycena citricolor), enfermedad que prolifera con mayor intensidad en zonas muy húmedas y excesivamente sombreadas, condicionará a utilizar variedades como Caturra o Villa Sarchí, de buena producción y adaptabilidad entre los 800-1 200 msnm.

Estas variedades son menos exigentes en nutrientes y tienen mayor tolerancia a esa enfermedad que los Catimores.

*En localidades con alturas entre los 800 - 1 400 msnm, donde la roya (*H. vastarix*) no sea problema y el ojo de gallo (*Mycena citricolor*) o la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) puedan causar daños económicos, disponiéndose de suelos fértiles, sueltos y con características físicas adecuadas, la siembra de la variedad Catuaí sería una buena alternativa, acompañada de un programa equilibrado de fertilización. En el caso de zonas de bajo (600-800 msnm) con ocurrencia ocasional de períodos relativamente prolongados de sequía, altas temperaturas y suelos de baja capacidad de retención de humedad, es recomendable utilizar la variedad Pacas que ha mostrado consistentemente una buena adaptabilidad en diferentes zonas cafetaleras del país predominantemente secas.*

En zonas de estricta altura para el café (hasta 1 500 msnm) se puede considerar la idea de cultivar variedades de alta calidad, en el sentido de desarrollar el concepto de promoción de la calidad, origen y medio ambiente, buscando regionalizar tipos y marcas de café. En este sentido, la conservación del cultivar Typica con buen manejo agronómico puede posibilitar la obtención de producciones económicamente rentables (unos 20 quintales pergamino seco por manzana), tomando en cuenta la excelente calidad de taza y tamaño de grano de esta variedad que podría exportarse como cafés de tipo excelso, los cuales alcanzan altos precios en el mercado internacional. Así ocurre con el Blue Mountain de Jamaica cuyos precios de venta son mayores que el resto de los cafés suaves (IHCAFE, 2012).

3.16. La densidad de siembra

La cantidad de plantas sembradas en un área determinada es un parámetro esencial para el éxito del sistema de cultivo, la productividad y la rentabilidad son afectadas directamente por este parámetro, que además influirá decisivamente en la dinámica de la ejecución de las labores culturales permanentes. La densidad de siembra es la cantidad de plantas sembradas en un área determinada y en términos de su aplicación es el producto de la distancia entre cada cafeto ubicado en el cafetal, y la distancia espacial entre cafetos se selecciona con base en las características propias de la variedad sembrada, las dimensiones de las ramas productoras (bandolas) dan la longitud del radio imaginario del cafeto considerado como un círculo espacial (ICAFE, 2011).

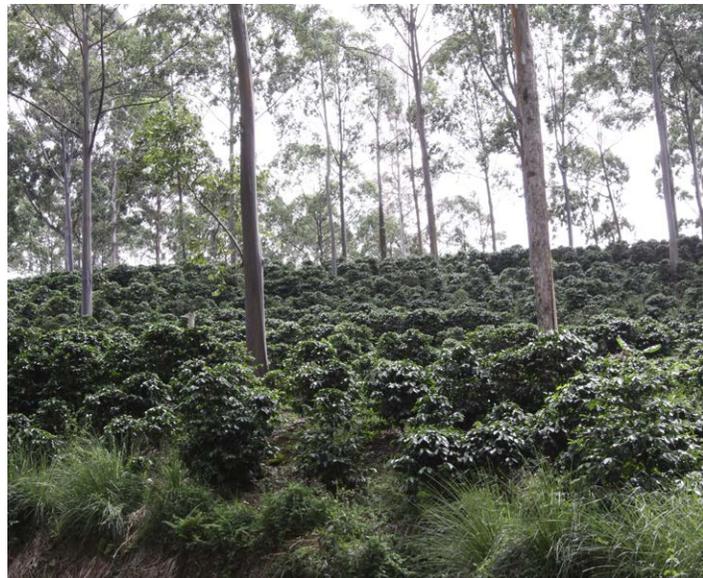


FIGURA 8. Densidad de siembra en sistema con sombra regulada.

La plantación se planifica de modo que entre los cafetos haya interpolación de las ramas en un sentido del radio y perpendicularmente a ese radio la distancia es mayor para brindar un espacio libre denominado “calle”, generando así un plano de hileras paralelas cuyo espacio libre es utilizado para el desplazamiento humano requerido para las labores agrícolas. Para ejemplificar este concepto se utilizarán aquí las recomendaciones propias de los cultivares resistentes a la roya del café, estos son los productos del cruce de la variedad Caturra con el híbrido de Timor, los Catimores.

Distancia de siembra para híbridos: Una separación entre calles de 2.2 metros y de 1.1 metros entre plantas, para una densidad de 4 132 plantas/ha (ICAFFE, 2011).



FIGURA 9. Establecimiento del sistema con sombra regulada.



FIGURA 10. Panorámica de hileras para el sistema con sombra.

3.17. La implementación de árboles de sombra

La siembra de árboles para sombra se ejemplifica aquí con leguminosas, por su aporte de nitrógeno al suelo, por su buena respuesta a la poda y por su rápido crecimiento en sistemas preconcebidos de sombra regulada, con la especie de *Erythrina poeppigiana*, a la cual se le aplica poda sistemática dos o tres veces al año dependiendo de su respuesta a las condiciones climáticas propias de cada zona productora.



FIGURA 11. Utilización de sombra con leguminosas con poda sistemática.

3.18. Utilización de especies comerciales para sombra regulada

Una opción para árboles de sombra consiste en la siembra de especies de árboles de utilidad comercial, este sistema de cultivo es muy positivo en zonas cuyo clima es favorable para especies maderables comerciales.



FIGURA 12. Utilización de sombra con especies comerciales

3.19. El cambio climático y su impacto sobre la caficultura

El clima estacional promedio tiene una gran influencia sobre la producción agrícola en una amplia variedad de cultivos, particularmente en el caso de ocurrencia de variaciones extremas de lluvia, temperatura y humedad ambientales que afectan el desarrollo del cultivo según se ha demostrado en investigaciones realizadas por diversas instituciones y, particularmente, desde hace tres décadas cuando la comunidad internacional fue alertada sobre impacto del inminente cambio climático, cuyos efectos ahora son evidentes por los incrementos en los eventos de lluvia y otros fenómenos atmosféricos asociados a esta y el aumento generalizado de la temperatura existente a nivel global. La investigación agrícola se ha concentrado cada vez más en la importancia de la sensibilidad de los cultivos a la sequía, así como a los períodos de estrés térmico en etapas determinadas de su desarrollo. La evidencia investigativa sugiere que hay límites a partir de los cuales los cultivos se tornan muy vulnerables a eventos climáticos y meteorológicos extremos.

La temperatura es un umbral climático importante para los cultivos de productos alimenticios debido a las altas temperaturas, las cuales coinciden con las fases críticas del ciclo de vida del cultivo y pueden inducir a la obtención de un rendimiento mucho menor al potencial proyectado. En algunos cultivos que están bien caracterizados, los límites reproductivos han sido estrechamente asociados con temperaturas superiores a promedios de 30.8 °C que causan esterilidad del polen y provocan que las semillas no puedan cuajar su formación. El café se produce en sistemas que tienen una gran variación en la cobertura de sombra presente en la plantación. En un extremo están los sistemas tradicionales de carácter rústico, en los cuales el cafeto crece bajo un dosel del bosque, y en el otro extremo está la agricultura intensiva de café, que tiene poca o ninguna cobertura de sombra. Hay una gran variedad de sistemas de sombra en estos dos extremos. Las plantas de café demuestran muy buena capacidad de adaptación a las características propias de las zonas tropicales, pero son sensibles a los cambios en las condiciones climáticas. Los cafetos también son muy sensibles a los cambios en el microclima interno del cafetal. El rango óptimo de temperatura para el café arábica oscila entre 18-21 °C, y la presencia de sombra permite mantener el café fresco durante el día y le brinda temperatura nocturna más caliente. Los experimentos han demostrado que a temperaturas por encima de 20 a 24.8 °C la fotosíntesis neta de café disminuye notablemente cuando se alcanza 34.8 °C. Por encima de 23.8 °C el desarrollo y la maduración de la fruta sufren un aceleramiento que conduce a la pérdida de calidad, y por debajo de 18.8 °C el crecimiento de los frutos es deprimido. Además, se han hecho mediciones de las plantas de café arábica bajo sombra moderada que han mostrado tasas fotosintéticas tres veces más altas que las hojas de café a pleno sol. Aunque el café requiere un período seco para completar su ciclo anual de producción, los períodos de sequía extendida ocasionados por el fenómeno del Niño ocurridos en el último quinquenio, han ocasionado daños por estrés hídrico de los cafetos cuya consecuencia ha sido la reducción en el rendimiento de las plantaciones en un rango del 40-80 % en los estados productores de café de México donde se utilizan sistemas de cultivo tradicionales y donde no tenían a disposición sistemas de riego para enfrentar el fenómeno atmosférico. En 1997-1998, cuando Chiapas experimentó una sequía causada por el fenómeno del Niño, la producción agrícola se redujo drásticamente y esto

llevó a la escasez de alimentos. La pérdida de la producción de alimentos durante estos años apunta a la necesidad de sistemas agrícolas que brinden protección contra la pérdida de agua en el suelo y plantas, especialmente durante estas estaciones secas extendidas (Lin, 2007).

La sequía que ha afectado a la región centroamericana en 2014 ha complicado aún más el panorama, especialmente en la zona del Corredor Seco Centroamericano, al reducir la producción de granos básicos y exponer a la población a condiciones de inseguridad alimentaria. La prolongada canícula tuvo incidencia en el llenado del grano del café con prospectos de menor rendimiento. Para los productores de subsistencia de granos básicos y jornaleros que dependen de la cosecha de café para asegurar sus ingresos monetarios es un doble golpe a su sobrevivencia. En el caso del café y las poblaciones asociadas a su producción, hay múltiples canales de impacto del cambio climático, incluyendo el alza de temperatura, los cambios en los patrones de lluvias, el nivel de aridez y los impactos en los ecosistemas que contribuyen con servicios a la producción, además de los cambios en las enfermedades que afectan la producción, como el ya mencionado caso de la roya (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

3.20. La expectativa de las condiciones climáticas previstas en el futuro cercano

En la última década los gobiernos de los países la región desde Perú a México y el Caribe han colocado el tema del cambio climático entre los temas prioritarios de sus planes nacionales de desarrollo y se han creado instancias interministeriales o intersectoriales de coordinación, generalmente encabezadas por los Ministerios de Ambiente de cada país. En el caso de Centroamérica, a nivel del SICA, los presidentes de los países miembros han establecido a la prevención y mitigación de los desastres naturales y de los efectos del cambio climático como uno de los cinco ejes prioritarios del relanzamiento del proceso de integración regional. En el caso de México, los agricultores de las regiones productoras de café se han dado cuenta de los cambios climáticos y han observado que las lluvias comienzan más tarde al final de la estación seca y en cantidades más bajas, lo que pone en peligro la supervivencia de plantas y los retrasos de floración anual como el caso del café. Los estudios realizados en este país apoyan estas percepciones y se ha demostrado una disminución constante de la precipitación durante el período de 1920-1990. Adicionalmente, los modelos climáticos para México predicen un aumento de la temperatura y un cambio en la precipitación para el futuro, lo cual se constituye como una amenaza para los agroecosistemas y sus cultivos (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

3.21. Estudios de clima para la región centroamericana

Con la intervención de las entidades gubernamentales de los diferentes países se han realizado diversos proyectos de investigación cuyo propósito ha sido la elaboración de pronóstico de los impactos del cambio climático y las condiciones climáticas que se podrían presentar en el mediano y largo plazo:

Los eventos climáticos extremos, incluyendo huracanes, tormentas tropicales, sequías y otros estragos del fenómeno El Niño-La Niña, han provocado pérdidas agrícolas cuantiosas en

la región. Su impacto depende tanto de la vulnerabilidad de los cultivos como de los productores. El ciclo productivo se trastorna por cambios en el patrón de lluvia, intensidad de huracanes, alza de temperatura, mayor evapotranspiración y aridez, y cambios en plagas y enfermedades. En el caso de los productores, la vulnerabilidad está asociada a su situación socioeconómica, acceso a insumos y tecnología, disponibilidad de agua, fertilidad del suelo y nivel de organización, entre otros factores. El cambio climático está magnificando la exposición a condiciones adversas y empeorará su vulnerabilidad. Los efectos indirectos podrían incluir la pérdida de servicios de los ecosistemas como la regulación del clima y de los ciclos hídricos locales, la polinización y el control de plagas. En el caso del café y las poblaciones asociadas a su producción, hay múltiples canales de impacto del cambio climático, incluyendo los diversos efectos de eventos extremos, la progresiva alza de temperatura, cambios en los patrones de lluvias y en el nivel de aridez, e impactos en los ecosistemas que contribuyen con servicios a la producción, además de cambios en las enfermedades que afectan la producción como la roya. Las poblaciones podrían experimentar mayor inseguridad alimentaria si se afectara la producción de alimentos en sus propias fincas y en su país o tengan menores ingresos para adquirirlos (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

3.22. Los efectos del cambio climático en la producción de café y la adaptación al cambio

En el caso particular del cultivo del café los mayores impactos causados por el cambio climático se concentran en los aspectos de las necesidades hídricas de los cafetos, en el aumento de plagas y enfermedades, y en la potencial desaparición de zonas productoras cuyo clima ya no sería apto para la producción del café arábigo, al respecto se anota lo siguiente:

3.23. Aumento de las necesidades hídricas de las plantas

Como ya se comentado, los fenómenos del Niño y la Niña, que han causado lluvias excesivas o sequías prolongadas, apuntan a que los sistemas de cultivo de café deben adaptarse para proveer el recurso hídrico tanto por la implementación de sistemas de riego artificiales como por el uso de sombra regulada para generar las condiciones óptimas para la conservación de la humedad en el suelo. En este capítulo ya se ha anotado información específica en cuanto a las magníficas posibilidades para retención de humedad del suelo que se obtienen con los sistemas de cultivo de sombra regulada.

3.24. Cambios en la floración y formación de frutos

Otro análisis relevante es el estudio de factibilidad de la implementación de seguros basados en índices climáticos para el cultivo de café en Honduras y Nicaragua, coordinado por CATIE. A partir de entrevistas con productores, el estudio identificó los riesgos climáticos que provocan mayores pérdidas: sequía y exceso de lluvia durante la floración, que causan menor o mayor crecimiento y llenado del grano. Por ejemplo, en la zona Pacífico Central de Nicaragua, lluvias mayores a 110 mm durante la floración causan pérdidas de 75 % de la producción. Entre los limitantes a la producción se identificaron falta de acceso a financiamiento, bajo

control de calidad del procesamiento de beneficio húmedo, inseguridad durante la cosecha y mal estado de las carreteras (CATIE, 2011; CEPAL y CAC/SICA, 2014).

3.25. Aumento de los problemas de plagas y enfermedades

Los expertos han coincidido en que no se puede atribuir la epidemia de la roya de 2012 meramente a consecuencia de eventos climáticos extremos, pero sí está claro que las lluvias extremas generaron condiciones de mojadura de las hojas que indujeron las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo de la roya; de igual modo, los eventos de frentes fríos han inducido fuertes ataques de ojo de gallo, enfermedad también fungosa que se favorece por vientos fríos. Los sistemas de sombra regulada facultan cambiar la incidencia de los eventos de lluvia extrema y también mediante el uso de barreras protectoras contra el viento y la escorrentía.



FIGURA 13. Barreras vivas contra viento y erosión en sistemas de sombra regulada.

3.26. Cambio climático en las zonas geográficas aptas para el cultivo del café

En el caso de las variedades de café arábica ya se han implementado zonas de caficultura de mayor elevación en Costa Rica en la región “De los Santos” (hasta 2 000 msnm), obteniéndose cosechas óptimas y granos de alta calidad de la bebida de café. De modo paralelo ya se intenta promover la siembra de café robusta en las zonas de baja elevación, siendo esta una consideración sustentada en el aumento de consumo, en la realidad ya presente en la región centroamericana con el caso de Costa Rica, y en la importación creciente de café.

La altitud, la cual afecta a la temperatura diurna y nocturna, es un factor importante para el café. Los departamentos con altitudes promedio superiores a 1 000 msnm tuvieron rendimientos promedios desde 0.7 toneladas por hectárea (t/ha) hasta 1.3 t/ha entre 2001 y 2009. Departamentos con altitudes promedio entre 800 msnm y 999 msnm tuvieron rendimientos entre 0.5 t/ha y 1.1 t/ha. Algunos departamentos con altitudes promedio inferiores a 800 msnm tuvieron rendimientos superiores a 0.5 t/ha, pero esta producción se concentra en las partes altas. De acuerdo con el proyecto CUP (Coffee Under Pressure), coordinado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), los suelos aptos para la producción de café se localizan en las partes altas de los departamentos de Guatemala (Huehuetenango, Alta Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Quetzaltenango y Santa Rosa), Nicaragua (Jinotega, Matagalpa y Nueva Segovia), y El Salvador (San Vicente, San Miguel, Usulután, Chalatenango, La Libertad, Ahuachapán, Santa Ana y Sonsonate), (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

3.27. Las alternativas de adaptación de la caficultura ante el cambio climático

Los estudios han demostrado que el uso de árboles de sombra en los sistemas agroforestales para cultivo de café ofrece un mecanismo efectivo para afrontar los impactos del cambio climático aplicable en zonas agrícolas que están sufriendo de condiciones climáticas con eventos extremos. Ejemplos recientes de clima extremo en muchas áreas de América Latina, tales como estaciones extendidas del fenómeno de El Niño, apuntan a la necesidad de implementar este tipo de explotación, con sombra regulada y agroforestería, de cara a los cambios climáticos producidos por el calentamiento global. Ya sea para planes a corto o largo plazo en la agricultura de café en la región mesoamericana, la propuesta consiste en la transformación de la caficultura hacia los sistemas naturales y se fundamenta en los estudios realizados sobre la conservación de condiciones microclimáticas y del suelo en los sistemas de caficultura con uso de sombra regulada, los cuales también han demostrado que los sistemas menos intensivos con mayores niveles de sombra son más capaces de proteger las plantas de café por mantenimiento de la humedad microclimática entre los cafetos y en el suelo; protección necesaria contra los cambios abruptos en sistemas sin uso de sombra que pueden ser potencialmente dañinos para las plantas de café.

La presencia de árboles de sombra amortigua los efectos de las temperaturas extremas y altos niveles de irradiación sobre las plantas de café, mismos que conducen a la pérdida de agua del subsuelo

en las estaciones húmeda y seca; en consecuencia se proveen condiciones de menor riesgo de daños a los cultivos ocasionados por el estrés hídrico. Cabe decir que existen iniciativas para proteger a la agricultura a través de la implementación o mantenimiento de los componentes de los ecosistemas naturales; iniciativas que también son apoyadas por otros estudios que sugieren que los sistemas naturales son capaces de manejar los factores de estrés biótico y abiótico más fácilmente que los sistemas agrícolas simplistas de agricultura intensiva sin uso de sombra en el cultivo del café (Lin, 2007).

En las últimas décadas han surgido mercados “nicho” en la demanda internacional de café, donde se valoriza con mayores precios la producción de gran altura, de sombra, orgánica o de comercio justo (que busca el reconocimiento del derecho de las familias productoras a una mejor calidad de vida). Existen varios sistemas de certificación y comercialización especializados en la región que ofrecen alternativas al mercado normal, como los certificados de Rainforest Alliance y UTZ y las marcas Fairtrade International. No obstante, estos sistemas requieren que los productores se organicen para producir con los requisitos de la certificación correspondiente, aunque periódicamente se reportan dificultades de colocar la producción certificada. La diferenciación emergente está asociada al “contenido carbónico”, indicador clave en el esfuerzo global de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En el comercio del café, esto podría generar riesgos y/o oportunidades comerciales para la región. Algunos países importadores realizan esfuerzos nacionales para reducir sus emisiones, por ende, están considerando medidas como un impuesto al contenido carbónico de las importaciones o pago de derechos por las emisiones de GEI de la producción, transporte y otras etapas del ciclo de vida de las mercancías. Esto puede implicar mayores costos para exportaciones y pérdida de competitividad.

Al mismo tiempo, esta tendencia puede traer oportunidades comerciales dependiendo del desarrollo de sistemas de producción más limpios y bajos en carbono y/o más cercanos a los mercados, lo que reduce la contaminación asociada al transporte. Existen importantes esfuerzos para ampliar la capacidad de este tipo de producción en la región; en el sector cafetalero destacan los cultivos de sombra/alta calidad/orgánico, que pueden ser bien posicionados. Las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en los sistemas cafetaleros tecnificados son las relacionadas con fertilizantes nitrogenados, pesticidas, combustible fósiles para maquinaria, metano generado en el tratamiento de desechos y aguas residuales y otras actividades en la finca como la ganadería. Las medidas para reducir estas emisiones pueden incluir uso de insumos orgánicos y captura de metano en biodigestores, tanto en las actividades de procesamiento como en la ganadería. Adicionalmente, la recuperación de capas de sombra puede mejorar el microclima y el efecto sumidero de carbono. En el caso de producción orgánica, el perfil de emisiones es diferente, principalmente si está relacionado con la producción y aplicación de material orgánico (composta), descomposición de material de los árboles de sombra, procesamiento para

quitar la pulpa y fermentación, y consumo de energía en el secado y el transporte. Al mismo tiempo, sistemas tradicionales y de policultivo tienden a tener mayores efectos como sumideros de carbono, menos externalidades negativas como contaminación del agua y erosión, y mayores efectos positivos para el clima local, y la provisión de servicios ecosistémicos de polinizadores y controladores de plagas, los cuales son importantes para la adaptación. La agroforestería con café podrá ser una opción para reforestar tierras degradadas generando beneficios de adaptación y mitigación. Otras medidas recomendadas incluyen biodigestores para el tratamiento de aguas de beneficios y como fuente de energía, con doble beneficio para el perfil de emisiones (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

3.28. Uso de subproductos del proceso de beneficiado para el cultivo de café

El proceso de beneficiado del café por vía húmeda está compuesto por una serie de operaciones de transformación del grano para llevarlo desde la condición de fruta hasta la condición de semilla seca desnuda lista para el proceso de tueste, última fase para obtener el producto para la preparación de la infusión y su consumo.

La transformación de la fruta se inicia con el trillado de la fruta denominado despulpado porque es la remoción de la pulpa por medio del uso de mecanismos específicos para ejecutar esta operación denominados despulpadores. Durante largos períodos y por desconocimiento generalizado se creía que la pulpa era un material orgánico inútil y era arrojado a las corrientes de los ríos causando gran contaminación ambiental, esta lamentable situación era tolerada en muchos países de Latinoamérica hasta la década de los setenta. La investigación y desarrollo logrados han demostrado que muy lejos de ser inútil, la pulpa de café es un excelente insumo para la producción de compost cuyo uso como abono orgánico es altamente positivo para los sistemas de cultivo de café. Para que la pulpa sea utilizable en agricultura debe someterse al proceso de composteo:

El compost no es propiamente un abono, sino más bien un regenerador orgánico de los suelos, pero por analogía con los abonos químicos es reconocido usualmente como abono orgánico. Se sabe que la materia orgánica es necesaria para el desarrollo y mantenimiento de la vida bacteriana, puesto que sin esta las plantas no pueden asimilar los elementos minerales, ni retener la humedad, ni lograr un crecimiento óptimo. Para el proceso de compostaje, la broza del café presenta características idóneas que casi ningún otro residuo agroindustrial posee, ya que tiene un alto contenido de azúcares (fuente energética), una buena relación C: N (25-30:1) y un tamaño de partícula adecuado. El contenido inicial de humedad (85-90 %) puede ser muy alto comparado con el óptimo para compostaje (60 %), pero es rápidamente modificado con un frecuente volteo del material. Es por esto que el compostaje de este material ha sido ampliamente difundido como una alternativa para el manejo de este desecho. COMPOST: "Se entiende como tal, al producto resultante de la transformación biológica, mediante microorganismos, del material orgánico procedente de distintas fuentes tales como estiércol, residuos

de cultivos, hojarasca de bosques y material leñoso, residuos de podas y jardín, flores muertas, entre otros y lodos provenientes de plantas depuradoras de aguas residuales (Lin, 2007).

La utilización de abonos orgánicos es una excelente alternativa para el mejoramiento de las condiciones de los suelos agrícolas por lo que goza de gran reconocimiento por parte de los caficultores en aquellas regiones cuyo uso ya se ha convertido en una práctica habitual por parte de los agricultores dedicados a la cafcultura. La elaboración de compost se inicia en el momento mismo de la operación de despulpado, la cual debe realizarse sin la presencia de corrientes de agua durante la operación de las maquinas despulpadoras.

Si la pulpa es arrastrada en corrientes de agua sus características originales se deterioran. Para que la pulpa sea útil a la producción de compost es requisito efectuar el despulpado en seco y evitar (de modo absoluto) su transporte en corrientes de agua. El arrastre en agua convierte a la pulpa en un material muy pobre debido al lavado de sus componentes y por el exceso de humedad exógena (Lin, 2007).

El composteo puede iniciarse con la remoción de líquido mediante el prensado mecánico o simplemente por medio del volteo realizado en el terreno de la finca cafetalera. La pulpa volteada o prensada obtiene un contenido de humedad reducido adecuadamente.



FIGURA 14. Pulpa semiseca y máquina para prensado de la pulpa.

El compost posee inestimable valor pues se trata de la recuperación de materia orgánica a partir de los desechos originados por la actividad humana, que sin ningún tratamiento contaminarían el entorno. El aporte de materia orgánica a los terrenos agrícolas puede hacerse entonces mediante la aplicación de compost (Orozco, Cantarero y Rodríguez, 1998).

Propiedades del compost de pulpa de café como abono orgánico:

- » *Mejora las condiciones físicas del suelo.*
- » *Permite mejor disponibilidad de los nutrientes para la planta.*
- » *Incrementa la actividad de los microorganismos, lo que se traduce en control natural de nematodos.*
- » *Retiene la humedad del suelo, favoreciendo condiciones óptimas para el crecimiento del sistema radicular de manera sostenida.*
- » *Disminuye la erosión del suelo al mejorar la porosidad.*
- » *No contamina la tierra ni el medio ambiente.*
- » *Controla la mancha de hierro en los viveros, enfermedad producida por el hongo cercospora coffeicola.*
- » *Regula la acidez del suelo.*
- » *Controla la maleza por ahogamiento al utilizarla como una cubierta muerta sobre el suelo y no permitir que se efectúe el proceso fotosintético.*

Fuente: Orozco, Cantarero y Rodríguez, 1998.

En la práctica lo que se produce es un material semicompostado, puesto que frecuentemente ocurre que no se brindan todas las condiciones requeridas, como lo es el mantenimiento de la humedad y la adición de nutrientes. Pero el producto obtenido, esto es la broza semidescompuesta, se puede llevar al campo y aplicarse en la plantación. Se acelera esta descomposición cuando se realiza un volteo al menos cada mes y se aplica un producto enzimático o bacteriológico (Lin, 2007).



FIGURA 15. Pulpa semi-compostada aplicada al suelo en la base del cafeto.

3.29. Combustibles biomásicos utilizables para el proceso de beneficiado de café

El proceso de secado mecanizado de café es altamente exigente en el uso de energía, la cual se obtiene mediante la combustión de los subproductos pergamino y pulpa del café. Este aprovechamiento ya es de amplio uso en gran variedad de explotaciones agropecuarias pero en el caso de la caficultura en muchos países de la región es apenas incipiente. En el escenario costarricense ha sido de particular interés la investigación en el tratamiento de los subproductos pulpa y pergamino del café para la producción de combustibles biomásicos aplicables en el proceso de secado industrial del café pergamino (el grano despulpado y lavado), por lo que en el Centro de Investigaciones en Café (CICAFE) del ICAFE ya se cuenta con resultados muy positivos tanto en el tratamiento de estos materiales como en el desarrollo de maquinarias para su producción y para su combustión.



FIGURA 16. Pulpa pergamino elaborada como pellets listos para su combustión.

Hoy día ya se cuenta con alternativas viables y disponibles a nivel comercial para la elaboración de pellets a partir de la biomasa agrícola, para su combustión se pueden utilizar los hornos de biomasa comunes en la industria y también el uso de gasificadores que son equipos ideados para obtener un proceso de combustión más limpio y eficiente.

3.30. La generación de energía eléctrica utilizando combustibles biomásicos

La generación de energía eléctrica utilizando motores de combustión interna cuyo combustible son los gases producidos por el tratamiento de desechos agrícolas es un tema cuya investigación y desarrollo ya están muy avanzados a nivel de los países desarrollados donde se explota la agroindustria. En el CICAFE de Costa Rica se han implementado equipos industriales generadores de energía eléctrica adquiridos de la industria de maquinaria agrícola; estos equipos son de uso común en las explotaciones agropecuarias de los países desarrollados y por tanto se hallan disponibles en el mercado; utilizan

motores de combustión interna cuyo combustible son diversos tipos de gases producidos en el tratamiento de desechos agrícolas, y en el caso del café se dispone del biogás generado por el gasificador mediante el tratamiento de la mezcla de pulpa y pergamino. Otra fuente de biogás es el que se produce por el tratamiento de las aguas residuales del beneficiado de café en biodigestores desarrollados y adaptados por la agroindustria cafetalera, en el caso de Costa Rica desarrollados a mediados de la década de los noventa, con amplia difusión en ese país donde las plantas de beneficiado comunes son de escala mediana a grande.



FIGURA 17. Gasificador para tratamiento de la pulpa y generador eléctrico con biogás.

Resumen

En Mesoamérica la caficultura se inicia inmersa en sistemas de bosques. En aquellos países donde históricamente la caficultura tuvo un mayor impacto favorable para el desarrollo económico, los sistemas de bosques evolucionaron a los llamados sistemas tradicionales que fueron una especie de bosque repleto de cafetos. Este tipo de agricultura se mantiene en mayor grado en Perú y México y dio cabida a la aparición de las etiquetas de certificación como sistemas sostenibles por la evidente vocación hacia la conservación del medio ambiente de este sistema agrícola, al punto de que los cafetales han sido conceptualizados como refugios para la vida silvestre; sin embargo el tema de la sostenibilidad en la caficultura latinoamericana está obligadamente ligado a la realidad social vigente donde la caficultura

es realizada mayoritariamente por pequeños productores que son parte de la comunidad rural. En el capítulo 2 se brindaron las cifras y los criterios técnicos que permiten afirmar que la caficultura constituye el medio de vida de muchísimas comunidades rurales y semirurales, de modo que el abordaje del tema de la sostenibilidad ambiental debe contemplarse como contraparte y complemento de la sostenibilidad social.

En la región centroamericana los sistemas de cultivo son en gran parte del tipo tradicional con tendencia a la agricultura intensiva. En este contexto las instituciones cafetaleras se han enfocado en el desarrollo de sistemas de cultivo intensivo con uso de sombra regulada, y en la regulación de la sombra que contempla las condiciones ambientales de luminosidad y régimen de lluvias para fundamentar el grado de densidad de la sombra, lo cual es la tendencia tecnológica aceptada y recomendada a nivel de los institutos cafetaleros de la región. Se ha demostrado que estos sistemas contienen los elementos necesarios para que las comunidades rurales puedan afrontar los impactos del cambio climático consistentes en eventos extremos de sequía, lluvias extremas y el aumento gradual de la temperatura ambiental. De modo paralelo en los países donde la agricultura rural tiene arraigo cultural de la comunidad, toda transformación que se recomiende e impulse debe considerar los aspectos culturales de las comunidades cuyo medio de vida es en todo o en parte el cultivo de café, a este ejemplo se citan los casos de México y Perú que son los mayores productores de café orgánico a nivel mundial y donde las comunidades caficultoras tienen experiencia acumulada en los sistemas de café certificado por organizaciones cuya bandera es la sostenibilidad ambiental y social.

Como anotación complementaria se presenta el tema pendiente de desarrollo en la región centroamericana de la implementación de sistemas de tratamiento de la pulpa de café para su uso tanto como abono agrícola o como combustible útil para el proceso de secado mecanizado del café o para la generación de energía eléctrica para este mismo propósito, según el escenario de la explotación agrícola de cada país productor de café. Las opciones tecnológicas ya están disponibles en los mercados de maquinaria agrícola.

COMERCIALIZACIÓN DE CAFÉ Y ALTERNATIVAS DE INNOVACIÓN

Guillermo Canet y Carlos Soto

En término del comercio internacional el café se clasifica como un *commodity*, es decir, un bien genérico y es en la actualidad el segundo *commodity* más comercializado en el mundo, solo superado por el petróleo. Aunque la clasificación de *commodity* prevalece a nivel mundial para los productores latinoamericanos este encasillamiento resulta desfavorable porque el café producido en la región es en su mayor parte un producto de calidad diferenciada, sobre la base de las características que de modo intrínseco poseen los cafés arábigos lavados; en todos los países se desarrolla un esfuerzo para que nuestro café se separe de la nominación *commodity* y esta tendencia se muestra incluso en Brasil, que durante largos períodos y hasta hace solo un par de décadas no era reconocido por la producción de tipos de cafés lavados; la diferenciación permite obtener precios de venta superiores en los nichos de mercado que se han abierto desde la década de los ochenta cuando aparece formalmente la promoción de cafés de calidad especial y cuyo estandarte es liderado por la Asociación de Cafés Especiales de los Estados Unidos (SCAA); paralelamente y bajo el mismo signo de diferenciación se han desarrollado otros tipos de cafés especiales como el café orgánico y otros reconocidos por su protección al medio ambiente forestal o por la defensa de los derechos sociales de los agricultores (*Far Trade*). En todos los tipos de cafés diferenciados está implícita la obtención de precios superiores al precio de la Bolsa de Nueva York (NY) o la Bolsa de Londres que son los dos centros de comercio referenciales a nivel mundial (CEDRSSA, 2014).

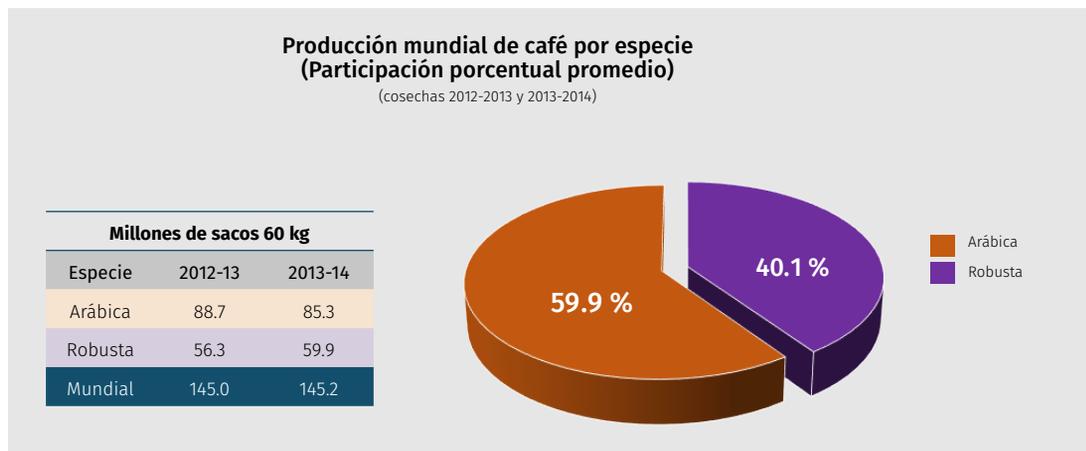
La problemática de los precios inestables de café con ciclos de altas y bajas abruptas que se reconoce como “volatilidad” ha tenido un serio impacto negativo en la caficultura de los países latinoamericanos. El tema es complejo y requiere de un abordaje paso a paso a fin de obtener un panorama más amplio que permita identificar alternativas factibles que puedan ser promovidas y divulgadas entre los países productores de café de Latinoamérica.

4.1. Los tipos de café comercial en el mercado mundial

La producción y oferta de café mundial se divide en dos grandes tipos definidos por la variedad cultivada denominados arábica y robusta, y en el mercado mundial el café arábica resulta el sector mayoritario. A nivel global, el principal productor de este tipo de café es Brasil que concentra alrededor del 40 % de la producción mundial; le siguen Colombia con el 15 % y Etiopía con el 8 %, México es el sexto productor de esta variedad aportando el 5 % de la producción mundial durante el ciclo 2014-2015. El principal productor de café robusta a nivel mundial es Vietnam que produce el 42 %, seguido por Brasil que produce el 25 % de este tipo de café (CEDRSSA, 2014).

El caso de Vietnam es relativamente novedoso porque el cultivo del café en Vietnam no es tradicional, su volumen de producción lo ubicaba en la posición número 31 en 1987, pero como resultado de las políticas fomentadas por el Banco Mundial a finales de los años ochenta y principios de los noventa alcanzó la primera posición como productor de robusta fundamentado también en las condiciones climáticas favorables para el cultivo de este tipo de cafeto. El cultivo de café en Vietnam ha tenido una rápida evolución, en 1980 se sembraban 20 000 hectáreas de café y hoy en día 571 000; la producción en 1980 era de 83 000 sacos de 60 kg aproximadamente y actualmente es de 28 millones de sacos de 60 kg. El fenómeno productivo se debe al uso intensivo de fertilizantes y al incremento en la superficie sembrada, sumados al consecuente incremento en los rendimientos (CEDRSSA, 2014).

GRÁFICA 2. Producción mundial de café por especie.



Fuente: ICAFE, 2014.

4.2. El período de mercado regulado por acuerdos internacionales

El mercado mundial del café ha experimentado una importante transformación en los últimos 50 años. Hasta 1989, el mercado del café estaba regulado por una serie de acuerdos internacionales del café que estaban destinados a gestionar el suministro y mantener la estabilidad de precios. Ese sistema de mercado controlado se inició en 1963 y los acuerdos establecieron un método para asignar una cuota de mercado para cada país, es decir, en asocio con las entidades gubernamentales se aceptaba un volumen máximo que cada país podía exportar. Este sistema llegó a su colapso producto de la dinámica propia del mercado y desde 1990 el mercado del café ha estado sujeto a las fuerzas del libre mercado de la oferta y la demanda. El período de libre mercado a partir de 1990 tuvo dos subperíodos con bajos precios: 1989 a 1993 y de 1999 a 2004. Este último subperíodo registró el mayor período de precios bajos jamás registrados, fue conocido como la crisis del café y su impacto negativo causó graves consecuencias en las economías de los países exportadores de café. Los precios se recuperaron con fuerza después de 2004 alcanzando un máximo de 34 años a mediados de 2011. Sin embargo, posteriormente ha habido un grave deterioro de los precios mientras que los costos de los insumos de producción de café, en particular los fertilizantes y mano de obra, siguen aumentando (OIC, 2014).

4.3. El diferencial de precios entre los tipos arabica y robusta

A nivel mundial el diferencial entre los precios del arabica y robusta fue relativamente bajo durante el período de mercado regulado (de 1963 hasta 1989), con un promedio anual del diferencial entre los *otros suaves robustas* de \$ 14.86 centavos de dólar/libra; el promedio anual más alto durante este período fue de \$ 47.53 centavos de dólar/libra registrados en 1986, en una situación donde el café arabica escaseó a consecuencia de una sequía en Brasil. Posteriormente a la ruptura de los acuerdos de regulación y el establecimiento del mercado libre, el diferencial de precios se amplió considerablemente, registrando un promedio anual de \$ 52.25 centavos de dólar/libra. La tendencia de ampliación del diferencial arabica/robusta lo elevó a \$ 161.86 centavos de dólar/libra en 2011 (OIC, 2014). La tendencia en la diferencia entre ambos tipos, marcada por el libre mercado, obedece a las preferencias de los consumidores por el café arábigo y es reconocida la práctica de los tostadores de la preparación de mezclas (*blends*) que utilizan el café robusta como relleno para aumentar el volumen de café ofertado; en otros términos, la calidad de la bebida obtenida del tipo arábigo tiene una clara preferencia de los consumidores y se materializa en el diferencial de precios existente entre ambos tipos arabica y robusta (Sepúlveda *et al.*, 2016).

Desde la ruptura del mercado regulado, la tendencia inicial –y que se acentúa en el presente– es hacia la obtención de precios superiores al precio de referencia de NY para los cafés arábigos de calidad diferenciada, en general, y especialmente en aquellos nichos de mercado donde se les aprecia y se les valora; por el contrario, el café robusta cae mayoritariamente por debajo del precio de referencia de NY.

4.4. La producción mundial de café

La dinámica de la producción mundial de café se ha caracterizado por el fenómeno de bianualidad que repercute en una inestabilidad considerable en el volumen producido, con una gran cosecha en un año seguido generalmente por una cosecha menor en el siguiente. Durante los últimos 50 años, se ha tenido un crecimiento constante de la producción mundial, pero con caídas periódicas intercaladas. La tasa de crecimiento promedio desde 1963 fue del 2.4 %, con un crecimiento del 2.8 % anual en el período de mercado controlado (por los acuerdos internacionales de cuotas), y el 2 % desde el año 1990. Para la cosecha 2012-2013, la producción mundial de café alcanzó los 145.1 millones de sacos, la más grande de la historia. Con la excepción de África, todas las regiones de cultivo de café registraron un crecimiento constante en su producción durante el período de tiempo descrito (ICAFFE, 2014).

4.5. La producción de café en América del Sur

La producción cafetalera en Sudamérica se estima en 66.20 millones de sacos de 60 kg para la cosecha 2013-2014, para una disminución de 1.41 millones de sacos en relación con la cosecha 2012-2013, o bien, un 2.1 % menor. Esta caída en producción no fue mayor debido a que la cosecha colombiana de café se incrementó y compensó en gran medida la menor cosecha en Brasil. El 83.19 % de la producción de la cosecha 2013-2014 en Sudamérica correspondió a la especie arábica y el 16.81 % a la especie robusta (ICAFFE, 2014).

En Colombia, la producción anual de entre 1990-1991 y 2012-2013 promedió 11.5 millones de sacos, comparado a los 10.1 millones de sacos durante el período de mercado regulado. La producción de Colombia se redujo acentuadamente entre 2008-2009 y 2011-2012, debido a los estragos de la roya, pero se recuperó gracias a su programa de renovación de cafetales que le permitió alcanzar alrededor de 12.260 millones de sacos para la cosecha 2013-2014 (ICAFFE, 201432).

El patrón de la producción total de la región es atribuible en gran medida al patrón cíclico o fenómeno de la bianualidad típico de la producción brasileña. Brasil produjo un promedio anual de 35.7 millones de sacos para los períodos 1990-1991 a 2012-2013 en comparación con los 22.6 millones de sacos producidos en el período 1963-1964 a 1989-1990; la producción cafetera brasileña se ha incrementado sustancialmente en los últimos 50 años, pasando de 23.2 millones de sacos en 1963-1964 a 50.8 millones de sacos en 2012-2013. La producción del año de cosecha 1989-1990 fue de 24.5 millones de sacos. Aparte del ciclo bienal que caracteriza su producción de arábica, la volatilidad marcada de la producción brasileña se debe principalmente al impacto de la crisis del clima (heladas y sequías), (OIC, 2014).

4.6. La producción de café en Centroamérica y México

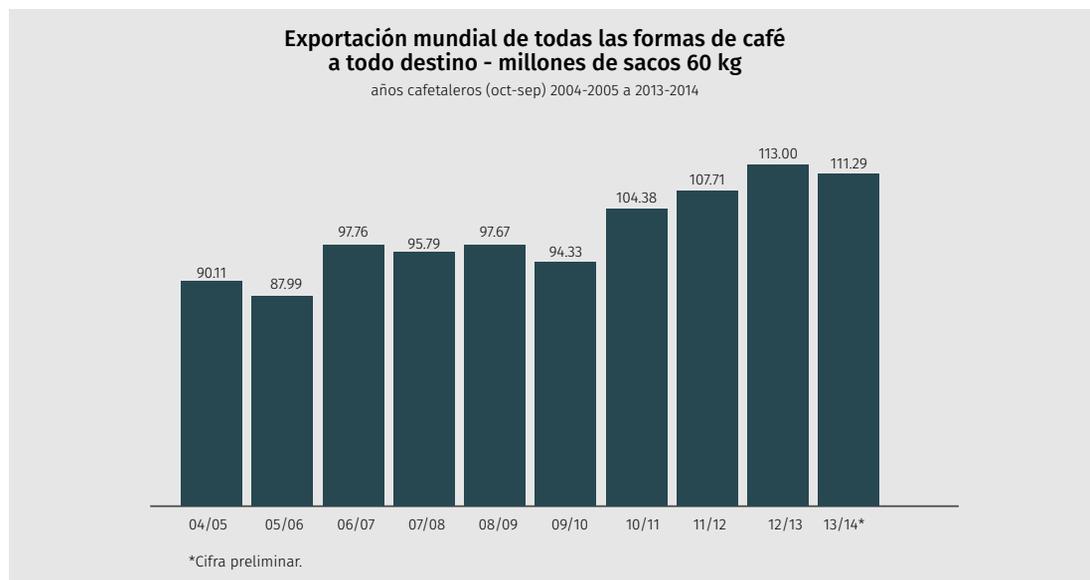
La región produjo un promedio anual de 18 millones de sacos durante el período de 1990 a 2012 en comparación con 13.8 millones de sacos durante el período de mercado regulado. La producción en la región en su conjunto no ha mostrado una bianualidad tan marcada de un año de cosecha a otra. Sin

embargo, su participación en la producción mundial se redujo a un promedio de 15.9 % durante el período de libre mercado en comparación con 18.1 % en el período de mercado regulado; esta reducción ha sido consecuencia de la epidemia de la roya del café que hizo estragos en la región y en el caso de México que alcanzó en el año de cosecha 1989-1990 5.1 millones de sacos, se redujo a 4.3 millones de sacos en 2012-2013 (OIC, 2014).

4.7. La exportación mundial de café

Las exportaciones totales de los países productores aumentaron sostenidamente durante los últimos 50 años a pesar de algunas interrupciones en la tendencia al alza, sobre todo entre 1976 y 1978, así como en 1987-1988 y 1994-1995. Durante el transcurso del período de mercado regulado el nivel más alto de las exportaciones fue de 81.3 millones de sacos registrados en 1989-1990. Después de un ligero descenso hasta el volumen de 65.7 millones de sacos en 1994-1995, las exportaciones totales aumentaron hasta alcanzar un nivel récord de 111.6 millones de sacos en 2012-2013 (OIC, 2014).

GRÁFICA 3. Exportación mundial de todas las formas de café a cualquier destino.



Fuente: ICAFE, 2014.

4.8. Los precios internacionales del café

La década de los ochenta marcó un cambio en la producción cafetalera del mundo, y las consecuencias para los productores han sido drásticas como lo fue el evento de la crisis de precios ocurrida de 1999 a 2004. Mediante la resolución de 1989 de la Organización Internacional del Café (OIC) se abandonó el sistema de cuotas que permitía el control de la oferta mundial del grano y en su lugar el mercado libre y las fuerzas de oferta y demanda se constituyeron en los determinantes de los precios del café. Un

factor de gran influencia fue el incremento de la producción cafetalera de Vietnam. En el escenario de libre mercado la volatilidad es una característica propia del comercio tanto del café arábica como del robusta. En general, son varios aspectos los que marcan dicha variabilidad, entre los que destacan: las condiciones de oferta y demanda, las preferencias de los consumidores, los niveles de inventarios, las condiciones climatológicas cada vez más extremas, las especulaciones con los precios cotizados en la bolsa, así como la posición de los principales países productores (OIC, 2014; CEDRSSA, 2014).

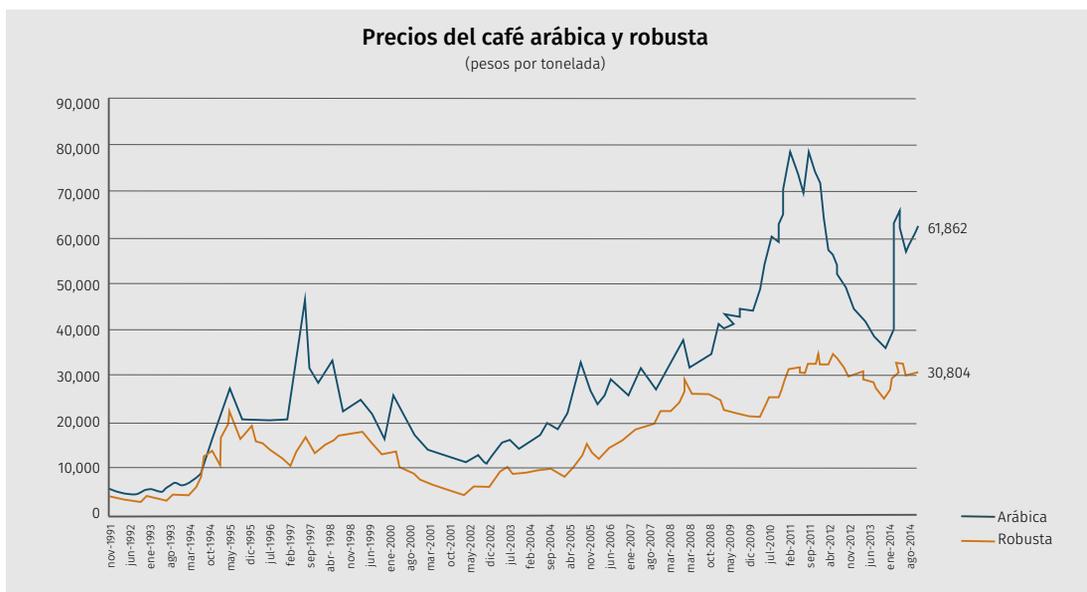
4.9. La volatilidad de los precios del café

Durante el período de mercado regulado los indicadores de precios compuestos fueron relativamente altos porque ambas tendencias ascendentes y descendentes se corrigieron mediante la aplicación de las cuotas de exportación. El sistema, con las cuotas de exportación, funcionó durante los períodos comprendidos entre 1963 y septiembre de 1972, y a partir de octubre de 1980 y febrero de 1986, y desde noviembre de 1987 hasta julio de 1989 (OIC, 2014).

Como ya lo hemos comentado, a partir de la ruptura del mercado regulado los países productores utilizan el precio de la bolsa de Nueva York como base para la fijación del precio aplicado para la exportación de su café. Desde 1990 han ocurrido dos subperíodos de precios notablemente bajos que sucedieron de 1989 a 1993 y de 1999 a 2004, ese quinquenio registró el mayor período de precios bajos jamás aplicados al café, estableciéndose como la crisis del café, con el grave impacto negativo y sus nefastas consecuencias sobre las economías de los países exportadores de café. Los precios se recuperaron con fuerza después de 2004, alcanzando su máximo de 34 años a mediados de 2011. Sin embargo, ha habido posteriormente un grave deterioro de los precios mientras que los costos de los insumos de producción de café, en particular los fertilizantes y mano de obra, han seguido en aumento (OIC, 2014; CEDRSSA, 2014).

A pesar de que el fenómeno de la volatilidad de precios no ha sido explicado claramente, puede decirse que los principales factores que determinan los precios del café son la producción, el consumo, y las existencias y sus movimientos, así como todos los elementos exógenos que pueden cambiar el impacto de estos factores en la formación de precios. Las correlaciones entre los factores fundamentales del mercado y los precios del café han tenido relación con el volumen de existencias disponibles en los países importadores tradicionales. Pero no puede afirmarse que un solo factor fuese el determinante para la volatilidad de precios, porque en el mercado de café los rumores sobre la ocurrencia de altas o bajas en la producción de café en Brasil han tenido impacto; de igual modo la presencia de Vietnam –como sucedió a mediados de la década de los noventa cuando este país tuvo una fuerte presencia en el mundial de café– provocó que con su excesiva producción, los precios de café robusta fueran a la baja. Por el contrario, cuando empezó a estabilizarse la producción del café vietnamita después del año 2001, los precios empezaron a recuperarse, además de que las fuertes presiones de la demanda por el café de tipo arábica, debido a las preferencias de los consumidores por la bebida, lograron que los precios retomaran una tendencia al alza (OIC, 2014; CEDRSSA, 2014; ICAFE, 2014).

GRÁFICA 4. Precios del café arábica y robusta período 1991-2014.



Fuente: Index Mundi con base en datos de la Bolsa de Nueva York; CEDRSSA, 2014.

4.10. El consumo mundial de café

El consumo mundial aumentó en los últimos 50 años con una tasa media de crecimiento anual del 1.9 % pasando de 57.9 millones de sacos en 1964 a 142 millones de sacos en el año 2012. Esta tasa de crecimiento fue del 2.1 % en 1990 hasta el 2.4 % en el año 2000. Los mercados tradicionales de importación, tales como Japón, la Unión Europea y los EUA han representado históricamente la mayor parte de la demanda mundial de café. Sin embargo, en los últimos años hay un aumento notable en el consumo interno y la consecuente demanda en los países productores y además en los mercados emergentes en donde se ha expandido e incrementado significativamente el consumo de café, proporcionando gran parte del impulso para el reciente crecimiento de la demanda. El comercio de café a nivel mundial aumentó considerablemente en el período 1980-2014, en tanto que las importaciones aumentaron de 0.04 a 7 millones de toneladas y el consumo tuvo un notable crecimiento subiendo 1.2 a 8.9 millones de toneladas ocurriendo el mayor incremento en el período 2001 al 2002, el cual se atribuye al aumento en la demanda del café del tipo arábica lavado y por tanto a las preferencias de los consumidores de cafés de calidad diferenciada (OIC, 2014; CEDRSSA, 2014).

En términos de comercio y consumo mundial de café se reconocen tres grupos de países que son los importadores tradicionales, los exportadores, y los mercados emergentes, los cuales muestran patrones diferentes de consumo en las últimas dos décadas.

4.11. El consumo interno en los países exportadores

Encabezado por Brasil, el consumo interno en los países exportadores ha crecido significativamente de 10.4 millones de sacos en 1964 a 43.5 millones de sacos en 2012, con una tasa de crecimiento medio anual del 3 %. Entre 2000 y 2012, por ejemplo, el consumo interno aumentó en un 64.7 % desde un nivel de 26.4 millones de sacos a 43.5 millones, representando más del 30.6 % del consumo mundial en 2012. Con el consumo interno de 20.2 millones de sacos en el año 2012, que representa el 46.4 % del total del consumo en los países exportadores, Brasil no solo es el mayor país consumidor entre los países exportadores de café del mundo, sino también es el segundo mayor consumidor después de Estados Unidos. Otros países exportadores que tienen niveles significativos de consumo interno son Indonesia (8.2 % del consumo interno de todos los países exportadores en 2012), Etiopía (7.8 %), México (5.4 %), Filipinas (5 %), India (4.4 %), Venezuela (3.8 %) y Vietnam (3.6 %), (OIC, 2014).

4.12. El consumo en los mercados emergentes

El consumo de café en los mercados emergentes ha aumentado considerablemente en los últimos 50 años. De 2.9 millones de sacos en 1964, creció a 27.9 millones en 2012, lo que representa un incremento del 855.1 %; se registró un incremento del 173.4 % entre 1990 y 2012, lo que significa que la tasa media de crecimiento anual del consumo durante el período de 1990 a 2012 fue de 4.7 %. Por lo tanto, se espera que los mercados emergentes se constituyan en una fuente significativa para el crecimiento del consumo mundial en los próximos años (OIC, 2014).

El crecimiento del consumo mundial de café ha estado en buena parte dominado por los países emergentes quienes en el año 2013 demandaron 27.27 millones de sacos de 60 kg. Entre los años 2010 y 2013 experimentaron una tasa de crecimiento anual en el consumo de café del 2.75 por ciento. Se espera que los mercados emergentes representen el 50 % del consumo mundial del café en el año 2020, particularmente por el incremento de la demanda de café instantáneo. En el futuro, el crecimiento de la demanda mundial de café se encontrará principalmente en los países exportadores y en los mercados emergentes, en tanto se espera que Brasil se convierta en el mayor consumidor mundial de café para el año 2020 (ICAFFE, 2014).

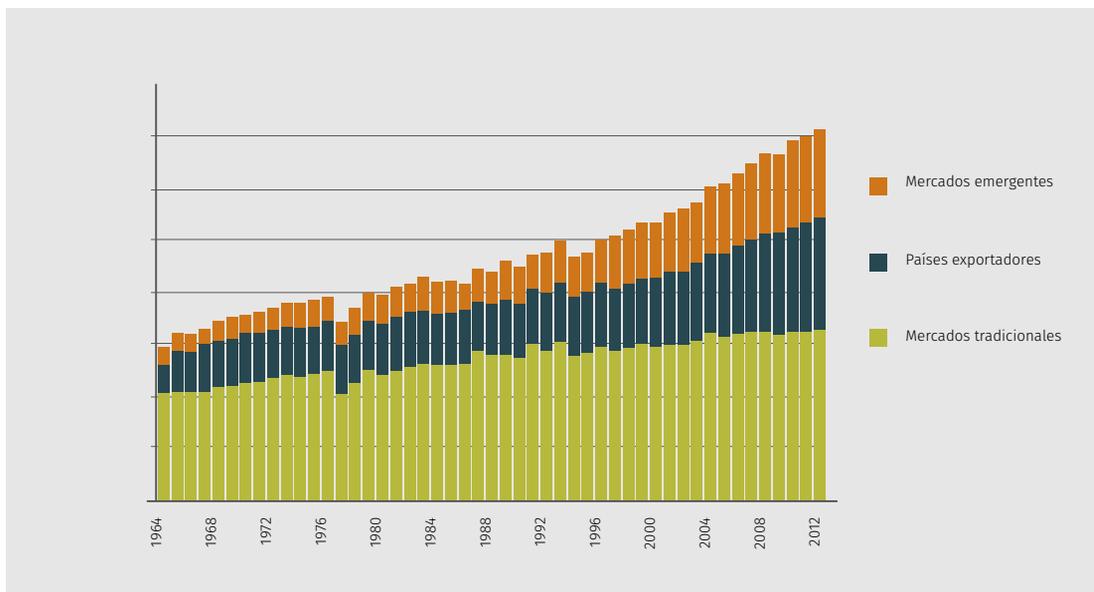
4.13. El consumo en los mercados importadores habituales

El consumo total en los países importadores se estimó en 98.6 millones de sacos en el año 2012 en comparación con los 70.4 millones de sacos en 1990 y 47.5 millones de sacos en el año 1964. La tasa media de crecimiento anual para el consumo de todos los países importadores fue de 1.5 % para el período de 1990 a 2012, frente al 1.7 % para el período de 1964 a 1989. El consumo medio en los Estados Unidos durante el período de 1990 a 2012 fue de 19.7 millones de sacos, pero el consumo del país en 2012 se estimó en 22.2 millones de sacos, lo que representa el 15.7 % del consumo mundial. Los otros principales países consumidores de café

son Alemania (con un promedio de 9.5 millones de sacos al año), Japón (6.5 millones), Francia (5.4 millones) e Italia (5.2 millones). A pesar del aumento de la población, el crecimiento del consumo en los mercados importadores tradicionales sigue siendo débil, a una tasa promedio de 0.7 % para el período de 1990 a 2012 en comparación con el 1.3 % para el período de 1964 a 1989 (OIC, 2014).

En la última década, el consumo de café a nivel mundial mostró un marcado dinamismo. En 2013 se volvió a señalar un nuevo récord con 145.80 millones de sacos de 60 kg, representando un aumento del 2.02 % en relación con el año 2012, cuando alcanzó los 142.92 millones de sacos. Durante la última década el consumo continúa creciendo con firmeza a una tasa del 2.5 % anual, y si esta tendencia sigue la demanda del grano podría alcanzar hasta 174 millones de sacos en el año 2020 (ICAFFE, 2014).

GRÁFICA 5. Consumo de café por tipos de mercado período 1964-2012.



Fuente: OIC, 2014.

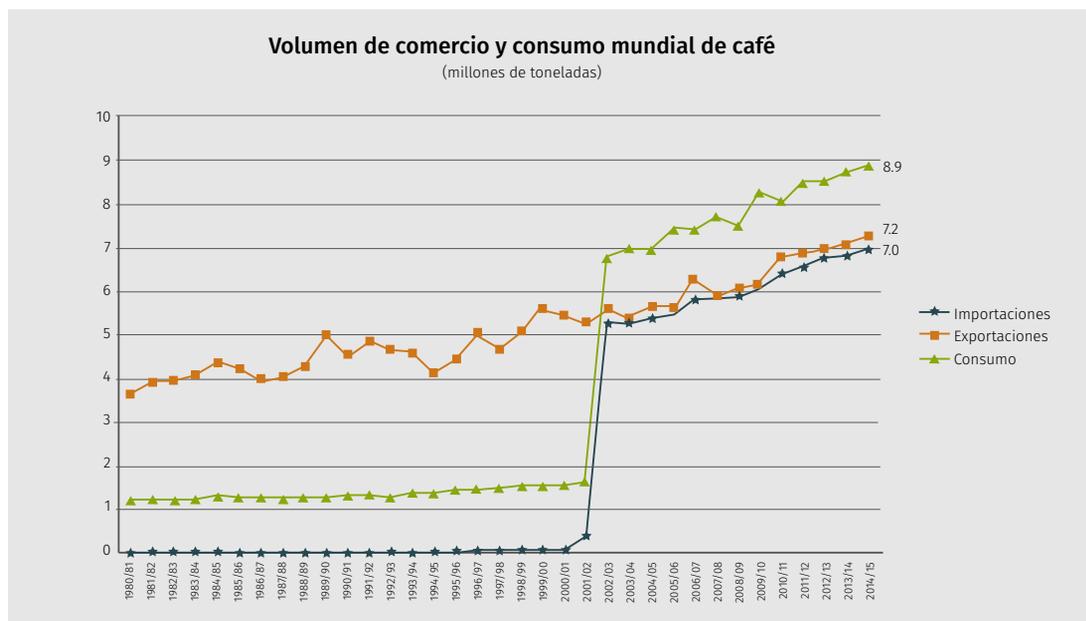
4.14. Las claves del incremento en el consumo de café

El mayor dinamismo del consumo mundial de café en los últimos años ha provenido de los países exportadores y de los mercados emergentes. Los impulsores clave de este crecimiento han sido mayores ingresos, aumento de la clase media, tendencias hacia productos de mayor calidad y el establecimiento de una “cultura de café”, la cual antes no existía o era débil. En el futuro el crecimiento de la demanda mundial de café se encontrará principalmente

en los países exportadores y en los mercados emergentes, en tanto se espera que Brasil se convierta en el mayor consumidor mundial de café para el año 2020. Programas exitosos tendientes a aumentar el consumo de café en los países exportadores se han orientado a mejorar las técnicas de preparación del café, educar a los consumidores sobre la versatilidad de la bebida, promover el vínculo entre el café y la salud, así como aumentar la concentración de café en la preparación de la taza. Debido a la apertura de nuevos espacios para el consumo se ha estimulado la cultura del café, ofreciendo nuevos sabores, mezclas y ambientes para consumir esta bebida, con una tendencia a la utilización de granos de primera calidad (ICAFFE, 2014).

El análisis conjunto de la información sobre volúmenes de café exportado e importado relacionados con el comportamiento del consumo muestran un antes y un después del período de mercado regulado, además revelan que el elemento del consumo de café adquiere un enorme impulso a partir de la ruptura del mercado regulado. A su vez, la información disponible apunta que el mayor incremento en el consumo se debe a los países exportadores (Brasil en primer lugar) así como a los mercados de los países emergentes.

GRÁFICA 6. Volumen de comercio y consumo mundial de café.



Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) y CEDRSSA, 2014.

El mercado mundial de café se encuentra inserto en una dinámica de cambios importantes ocurridos durante la última década, por una parte se evidencia un incremento del consumo asociado al café

de calidad superior con su contraparte en el aumento de la producción el cual es aportado por el tipo de café robusta, generando así una paradoja; según los datos de la OIC la producción de los robustas ha mostrado un crecimiento espectacular dado que pasó de 18.8 millones de sacos al año durante el período de mercado regulado hasta 39.3 millones de sacos en el período comprendido entre 1990-1991 a 2012-2013. En este escenario lo que resalta es el gran incremento en el consumo en los países exportadores con el caso de Brasil como puntero, sin demérito del resto, así como el notable incremento del consumo en los países emergentes. Otra situación bien conocida es la preparación de mezclas (*blends*) por los grandes tostadores en la cuales se utilizan ambos tipos de café, arábica y robusta, donde el robusta es un material de relleno y el arábica es el proveedor de los atributos de calidad más apreciados por los consumidores (ICAFFE, 2014; CEDRSSA, 2014; Renard, 2010; Sepúlveda *et al.*, 2016).

Resulta claro que el panorama de grandes oportunidades está abierto para el café producido por los países latinoamericanos por ser del tipo arábica lavado aunque su mayor amenaza está en su empleo para la elaboración de mezclas donde su origen y características únicas se pierden por completo. De aquí que los temas clave de identidad del café, el reconocimiento de calidad por su origen y la apertura de nichos de mercado basados en la identidad del café son sin duda fundamentales para el éxito futuro de la caficultura latinoamericana (ICAFFE, 2014; CEDRSSA, 2014; Sepúlveda *et al.*, 2016).

El sector cafetalero mundial observa con esperanza las mejoras en la economía estadounidense y el regreso a la normalidad respecto al consumo de café. Así como vislumbra un aumento de la “cultura del café” en Asia, continente donde mayormente se consume té, pero la alta densidad poblacional y la dinámica de sus mercados representan un importante potencial de crecimiento para el consumo del café a tasas estimadas en un 3.1 % anual hacia el 2018, donde Japón y Corea del Sur lideran el consumo de café entre los países importadores. En concordancia con lo anterior, los gobiernos miembros de la Organización Internacional del Café (OIC), en reunión semestral del Consejo de la OIC en Londres, indicaron que el consumo sigue en ascenso entre los países emergentes y productores. Como ejemplos se pueden mencionar a Brasil y los Estados Unidos de América, donde la comunidad hispana impulsa la demanda junto con una nueva generación de jóvenes interesados en las especialidades de café (ICAFFE, 2014).

4.15. Los nichos de mercado para el café de calidad diferenciada de Latinoamérica

Los mercados de productos agrícolas se caracterizan por la prevalencia de términos de intercambio desigual cuyas fuerzas actúan en detrimento de los productores confrontados a los intermediarios o las grandes empresas comercializadoras. Como ya se anotó, el mercado de café ha presentado el fenómeno de la volatilidad de precios y ante esta tipicidad del mercado cafetero convencional han surgido organizaciones denominadas de comercio justo, que en teoría realizan el comercio de café sobre la base de precios previamente establecidos con lo cual se garantiza a los pequeños productores un precio mínimo para la compra-venta de su café (Rice, 2001; CEDRSSA, 2014; Sepúlveda *et al.*, 2016).

Un pilar de este tipo de mercado es la oferta de café de calidad diferenciada, permitiéndole satisfacer el gusto de los consumidores que están dispuestos a pagar un sobreprecio. Se han desarrollado programas reconocidos en el mercado para transferir algunos beneficios y mejorar el precio final del producto, dentro de los que se anotan:

- El café orgánico certificado que requiere de estrictos estándares de certificación, ya que los consumidores se preocupan por la salud y el respeto al medio ambiente.
- Marcas ecológicas que apoyan proyectos de productores, como *Rainforest Alliance* que trabaja a través de una red promoviendo la agricultura sustentable para desarrollar mejores prácticas para la agricultura, incorporando aspectos sociales y ambientales. El cultivo de café se asocia a la forestería creando escenarios de cultivo amigables con las aves y otras especies nativas.
- *Fair Trade* o comercio justo, que obliga a una certificación que prohíbe explícitamente la explotación infantil y promueve la igualdad entre los géneros.
- La etiqueta *Max Havelaar* promueve que los compradores se comprometan a comprar el café a un precio mínimo incluso aunque los precios mundiales sean inferiores a este límite máximo.

Fuente: Sepúlveda *et al.*, 2016; Rice, 2001; CEDRSSA, 2014.

Los programas arriba anotados funcionan mediante un mecanismo de certificación, en donde generalmente los productores se agrupan en asociaciones, pero también operan individualmente. En el sistema productivo de finca se deberán cumplir los diversos requisitos estipulados en el esquema de certificación específico al que procuran acogerse. La certificación conlleva implícito un mecanismo de verificación (de cumplimiento) de los requisitos que el sistema productivo sostenible estipula y que en cada tipo son propios y específicos. Todos los esquemas de certificación se fundamentan en un concepto de “producción sostenible”, pero la definición del concepto varía para cada tipo de café certificado (Rice, 2001; CEDRSSA, 2014; Sepúlveda *et al.*, 2016).

4.16. El mecanismo de certificación y el concepto de producción sostenible

La producción sostenible del café incluye todos los diferentes aspectos del mundo agrícola diseñados para favorecer un desarrollo más equitativo. La aparición en muchos países de los consumidores que estaban cada vez más sensibles a los problemas de sostenibilidad dio lugar a numerosas iniciativas para la certificación o el desarrollo de las normas por las organizaciones no gubernamentales (ONG). La certificación tuvo su origen en el concepto de desarrollo sostenible. La promoción de una producción sostenible del café debe tener en cuenta los diversos aspectos del sistema productivo y definir prioridades relacionadas con la etiqueta de sostenibilidad que se procura resaltar a los ojos del consumidor. El mecanismo de certificación y verificación es un método para abordar la problemática de la producción sostenible en los agroecosistemas. La certificación es un procedimiento mediante el cual una tercera parte acreditada ofrece una garantía escrita de que un producto o proceso cumple con ciertas normas, que se preparan con referencia a la viabilidad económica de los agricultores, la preservación del medio ambiente y la responsabilidad social (OIC, 2014; Rice, 2001).

4.17. El enfoque de producción sostenible como protección y defensa del medio ambiente

Las normas de certificación han contribuido a un enfoque priorizado en los aspectos ambientales del cultivo de café, en un marco estructurado que incluye mecanismos de vigilancia. Como producto de su aplicación se ha desarrollado una mayor conciencia de las buenas prácticas agrícolas y agroforestales que se están implementando como normas productivas comunes en el mundo de la caficultura. Otros aspectos positivos incluyen la reducción del riesgo de contaminación por insecticidas y fertilizantes, la gestión de los recursos hídricos y el fomento de prácticas biológicas y agronómicas para el control de plagas y enfermedades (OIC, 2014; Rice, 2001).

4.18. Los beneficios y el costo económico del mecanismo de certificación

El mecanismo de certificación tiene un costo económico que debe ser asumido por los productores como una inversión justificando su rentabilidad sobre la base de precios fijos mayores al precio de referencia NY; sin embargo, para los productores, las ventajas financieras, en particular en forma de precios más altos, no siempre son seguros en tanto que los costos adicionales para implementar y acogerse al mecanismo de certificación son considerables. Estos costos incluyen las inversiones iniciales en el equipo de producción y protección, inversiones adicionales y los derechos de inscripción. Los procedimientos de certificación y auditoría también conllevan un costo elevado, además de la cuota de inscripción, y con frecuencia requieren de un proceso de cambio de las prácticas culturales aplicadas en sus cafetales (OIC, 2014; Rice, 2001).

4.19. El enfoque de producción sostenible establecido por cada tipo de certificación

Las etiquetas de certificación adoptan diferentes enfoques en sus especificaciones particulares. Por ejemplo, *Rainforest Alliance* trabaja principalmente para conservar la biodiversidad y asegurar medios de vida sostenibles mediante la transformación de las prácticas de uso del suelo, las prácticas comerciales, la protección del agua y del suelo y la lucha contra las plagas, adicionalmente enfatiza en el cultivo de café sistemas agroforestales que dan mucha importancia a la implementación de agroecosistemas favorables para la fauna silvestre. Café UTZ CERTIFIED es un programa de certificación en todo el mundo de 'café responsable', lo que requiere la calidad social y ambiental en el cultivo de café. El Código Común para la Comunidad 4C café, por el contrario, es un sistema de verificación que promueve las prácticas sociales, económicas y ambientales sostenibles (Jha *et al.*, 2014; Rice y McLean, 1999; OIC, 2014; Rainforest Alliance, 2001; Rice, 2001).

4.20. La producción de café orgánico

La producción de café orgánico amparada por mecanismos de certificación es la de mayor importancia a nivel mundial y actualmente representa el 8 % del mercado mundial. Los mayores productores de este tipo son Perú y México. En México el mayor crecimiento se ha dado en la última década donde la superficie dedicada a la producción de orgánicos pasó de 50 000 a 400 000 hectáreas, y las ventas de dichos productos generan 400 millones de USD al año. El café orgánico representa el 50 % de los productos orgánicos en México (CEDRSSA, 2014). En este país la producción de café orgánico es en realidad

parte del grupo de “cafés sustentables” uno de cuyos pilares es el cultivo bajo sombra considerado un aliado clave en los esfuerzos para frenar la deforestación y la degradación de los bosques y para conservar la biodiversidad que los compone.

El grupo de cafés sustentables contempla que el cultivo bajo sombra mantiene los bosques dándoles su sitio de permanencia dentro del cultivo del café y que a su vez genera ingresos para las comunidades que aplican estas técnicas de cultivo con agroforestería. Un fundamento de la sustentabilidad reside en que protege el medio ambiente porque el carbono presente en los árboles permanece en la plantación y no es liberado a la atmósfera, además el cafetal que se desarrolla a la sombra y sus árboles extraen carbono de la atmósfera, con lo que ayudan a frenar o mitigar el cambio climático. El cultivo de cafés sustentables contempla prácticas agroecológicas como la conservación de suelos, la rotación y asociación de cultivos, el uso de abonos orgánicos, el uso de barreras vivas, la integración entre cultivos y ganado y otras prácticas que protegen favorablemente a la conservación del agroecosistema. El cultivo de cafés sustentables coopera también a conservar servicios ambientales como la regulación de los caudales de agua y de su velocidad y consecuente control de la escorrentía, además de proteger la biodiversidad y permitirle que siga ayudando a la producción. El café orgánico es un modelo relativamente exitoso del desarrollo de un nicho de mercado para un producto con alto contenido social y ambiental y puede tener un impacto positivo en los ingresos de pequeños productores y los ecosistemas (Sepúlveda *et al.*, 2016).

En México, los principales sellos que están ligados a certificados con normas para la producción sustentable son los siguientes: Orgánico, Comercio Justo, la Red de Agricultura Sostenible (conocida en el mercado como Rainforest Alliance™) y Amigo de las Aves (*Bird Friendly*), (Sepúlveda *et al.*, 2016; Renard, 2010).

4.21. La proliferación de etiquetas de producción sustentable

En las últimas tres décadas una de las características del sistema agroalimentario ha sido la multiplicación de esquemas de certificación y verificación de orden privado ejecutados por organizaciones no gubernamentales (ONG) cuya implementación sustituye la regulación pública. Los esquemas de certificación se fundamentan en una preocupación creciente entre cierto sector de los consumidores de cara a un modelo agroalimentario industrial intensivo y depredador. Estos grupos de consumidores demandan productos sanos, seguros, inocuos y cuyos procesos productivos no dañen el medio ambiente y su comercialización sea justa para los productores. Tales preocupaciones sociales con respecto a cómo se producen los alimentos, se transforman y se comercializan han servido de fundamento para la creación de las etiquetas de certificación de comercio justo. Estas alternativas de comercio han crecido al margen del modelo agroalimentario dominante y por ello incluyen productos orgánicos o ecológicos, comercio justo (*Fair Trade*) y las relativamente novedosas certificaciones de café con denominación por su origen, entre otros. Esas exigencias de los grupos de consumidores han tenido otro impacto importante en tanto en que han ejercido una presión significativa en el sistema dominante

y han incorporado las cuestiones de ética empresarial y la responsabilidad corporativa como temas prioritarios. Las empresas por su parte procuran evitar el escrutinio público de los diferentes grupos de activistas sociales y ecológicos y finalmente se ha conseguido que los consumidores adquieran mayor consciencia y sean menos susceptibles a la publicidad negativa (Renard, 2010; Sepúlveda *et al.*, 2016).

4.22. El enfoque de la sostenibilidad social

Los indicadores sociales se refieren a la dimensión humana en su sentido más amplio, en particular a la educación y a la salud primaria. Los indicadores sociales cubren también las condiciones de trabajo, el umbral de la pobreza y el acceso a los alimentos, agua potable y vivienda. Los movimientos de población (éxodo rural, la emigración hacia los países desarrollados) y la estabilidad social son también indicadores sociales del desarrollo sostenible. Es ampliamente reconocido que, en términos sociales, el café juega un papel importante en el asentamiento de la población agraria y en la generación de fuentes de trabajo en las zonas rurales. El café también procura una mayor y mejor distribución de los ingresos entre las familias de agricultores y pobladores de las zonas rurales. Cuando los precios del café han sido más bajos que los costos de producción, las oportunidades para la población rural para la permanencia en su entorno agrícola han disminuido y el difícil entorno ha generado poco interés en la agricultura entre los jóvenes y ha acelerado el éxodo hacia los centros urbanos y los países desarrollados. Esta situación generalizada en Latinoamérica pone en peligro la sostenibilidad de la economía en los países en donde la población rural depende en gran medida del café para la generación de la mayor parte de sus ingresos familiares (Bacon y Méndez, 2008; OIC, 2014).

4.23. La etiqueta de certificación de Comercio Justo (Fair Trade)

En las últimas décadas se ha producido una rápida proliferación de diferentes iniciativas de certificación de café que buscan el desarrollo de sistemas ecológicos y socialmente responsables en la producción y el comercio de café. El Comercio Justo es un esquema de certificación que intenta construir una red de comercio alternativo entre el norte y el sur del continente americano mediante la vinculación de los temas sociales y del medio ambiente entre los consumidores conscientes en el norte con los productores en desventaja dedicados a la agricultura social y ambientalmente sostenible en el sur. Comercio Justo tiene los estándares más fuertes sobre justicia social entre los principales sistemas de certificación de café, con los objetivos de apoyar a las organizaciones democráticas de productores, garantizar el pago de un precio mínimo, ofrecer primas para el desarrollo social, mejorar los derechos laborales, y facilitar relaciones de comercio a largo plazo (Valkila y Nygren, 2009; Jaffee, 2009; Rice, 2001).

Entre los productos certificados de comercio justo, el café es el elemento más consolidado. En la actualidad 231 grupos de productores están certificados por Fairtrade Labelling Organizations International (FLO), lo que representa más del 50 % de los grupos de productores certificados por FLO (FLO, 2007a; FLO-Cert, 2007). El café es también un producto con un fuerte flujo de producción y comercio entre el sur y el norte, ya que la mayor parte del café del mundo es producido en el sur, mientras que

su comercio y consumo son dominados por el norte. Alrededor del 78 % del café certificado de comercio justo proviene de América Latina, con México, Perú, Guatemala, Colombia y Nicaragua, que es el más grande exportador de este tipo de café certificado (Valkila y Nygren, 2009).

Para obtener la certificación de Comercio Justo, las operaciones de los productores de café deben ser de pequeña escala y ellos deben estar organizados en asociaciones democráticas para asegurar que los agricultores y los trabajadores implicados compartan las ventajas de Comercio Justo (FLO, 2007b). Los temas críticos se presentan en la medida en que los productores de café y los trabajadores sean realmente beneficiados por el uso de la certificación de Comercio Justo y bajo qué condiciones se obtengan los beneficios (Rice, 2001; Valkila y Nygren, 2009).

Algunas investigaciones realizadas en los países mencionados han sugerido que el comercio justo mejora la capacidad de adaptación de los productores a los impactos adversos, reduce la vulnerabilidad de los medios de vida, y mejora la capacidad de organización de los pequeños productores de café, trabajadores, y sus asociaciones. Sin embargo, los sistemas de certificación, incluyendo el Comercio Justo, han sido criticados por el aumento de la dependencia de los productores y de los consumidores del norte con conciencia social de las certificaciones de verificación de tercera parte. También se han planteado cuestionamientos referentes a las cantidades crecientes de café certificado que se venden en los mercados tradicionales. Según algunos investigadores esto puede afectar la capacidad del comercio justo para capacitar a los productores marginados y transformar las asimetrías de poder que prevalecen en el comercio convencional de café (Valkila y Nygren, 2009; Jaffee, 2009; Rice, 2001).

Los beneficios económicos proporcionados por el comercio justo para los productores y las cooperativas de café fueron patentes y de gran ayuda en algunos países como Nicaragua durante la crisis de los bajos precios del mercado mundial de café ocurrida entre 2001 y 2004. Sin embargo, después de la recuperación de los precios del mercado mundial en el año 2004, las primas de precio de Comercio Justo han sido pequeñas; en las condiciones de precios de mercado relativamente altos para el café, el comercio justo no posee un fuerte poder de negociación ya que muchos de los productores de café certificado en Comercio Justo y las cooperativas pueden conseguir precios similares para sus productos en algunos sectores de la corriente principal del mercado del café. Si los precios del mercado mundial de café colapsan de nuevo, como lo han hecho en los intervalos ocurridos históricamente, las cooperativas tendrían un medio para amortiguar el impacto del hundimiento de los precios a través los precios mínimos obtenidos por FLO. Esta garantía de mejor precio es limitada ya que la mayor parte de las cooperativas solo son capaces de vender un 30-60 % de sus productos a los mercados de comercio justo, el cual es por tanto limitado y no ofrece capacidad para la venta de toda la producción de café, lo que constituye uno de sus mayores cuestionamientos (Valkila y Nygren, 2009; Rice, 2001).

Otro de los beneficios que ofrece el comercio justo ha sido las facilidades de crédito para los pequeños productores de café en situaciones muy difíciles en las que otras fuentes de crédito no han

estado disponibles. Además, el comercio justo puede ser acreditado por sus aportes para el desarrollo social, tales como los programas de educación y de salud, la creación de capacidad institucional y la mejora de las instalaciones de transporte en las comunidades productoras de café. Estos aportes no son, sin embargo, posibles de separar de aquellos proporcionados por los diversos proyectos de desarrollo rural activos en las comunidades productoras de café de los países donde ha operado. Además, otro cuestionamiento reside en que una parte de los ingresos generados por las ventas de café del Comercio Justo aplicables para el desarrollo social se han usado para cubrir los costos normales de operación de las cooperativas, limitando así los beneficios que se utilizarían para mejorar el entorno social de las comunidades productoras de café (Valkila y Nygren, 2009).

A pesar de que la demanda mundial de productos de comercio justo está creciendo rápidamente, los volúmenes de café en movimiento a través de los canales de comercio justo son relativamente pequeños en comparación con las empresas de café convencionales. Debido a un exceso de oferta de café de Comercio Justo etiquetado, el comercio justo puede actuar como una barrera de entrada para muchos pequeños productores de café con consecuencias significativas para la distribución social de los beneficios del comercio justo. Finalmente, las condiciones de trabajo y los derechos de los trabajadores contratados por las plantas procesadoras de café no han tenido mejoras significativas en las comunidades cafetaleras beneficiadas por la operación de las certificaciones de comercio justo (Valkila y Nygren, 2009; Jaffee, 2009).

4.24. Los desafíos para los sistemas de producción certificada

A pesar de que los sistemas de certificación han conseguido un sitio en crecimiento en el comercio internacional del café y su adopción por los principales grupos de interés se incrementa en los países importadores, todavía hay una serie de grandes desafíos. Entre ellos, las cuestiones relativas a su impacto en la producción de café y los atributos de la calidad ofertada son un tema que se mantiene en discusión. Del mismo modo, la contribución que hacen estos mecanismos para la reducción de la vulnerabilidad del productor a los choques exógenos tales como la caída de los precios es un tema que se mantiene bajo investigación. Por último, la producción de café certificado generalmente excede la demanda, con muchos productores certificados que no pueden vender todo su café en un programa determinado. Por lo tanto, queda por definir si el sector cafetalero acogido bajo el mecanismo de certificación tiene la capacidad suficiente para expandirse más allá de un nicho de mercado (Bacon y Méndez, 2008; OIC, 2014; Rice, 2001; Jaffee, 2009).

4.25. La paradoja del comercio mundial de café

La evolución desigual del comercio mundial de café mostrada en la última década da lugar a una situación denominada como la “paradoja del café”. Mientras que el precio del café oro muestra tendencias a la baja que dieron lugar a la peor crisis del café nunca antes vista (1999-2004) desde la perspectiva de los ingresos de los productores, en la contraparte la situación de los tostadores de café ha sido totalmente lo contrario. A partir de 1990 el mercado del café en los países del norte ha experimentado

una “revolución del café con leche”. Este fenómeno abarca no solo la comercialización del café en sí, sino también el ambiente y el estatus social. Los consumidores de los países occidentales están pagando mejor con el fin de elegir entre las numerosas combinaciones de tipos de café asociados al origen, o por factores de su preparación como la elaboración de la infusión, los métodos de molienda, los aromatizantes, el envasado y finalmente el “contenido social”. En particular, con la proliferación de los tipos de café y el auge de las tiendas de café gourmet que se inició en la década de 1990, los precios del café al por menor siguen aumentando en el mercado de especialidad, sin embargo en el mercado general el precio se ha mantenido estable. Por lo tanto, la industria del café en los países importadores ha florecido, nuevos productos han sido desarrollados, los beneficios de los mercados al por menor se han más que duplicado y las ganancias siguen al alza (Schübler, 2009).

Las razones de esta llamada paradoja del café –un boom en el consumo de café y una crisis de la caficultura en los países productores– son múltiples. Sin embargo, dos factores principales son los más aceptados de modo general: (a) el exceso constante de oferta del mercado y (b) la estructura particular y propia del mercado mundial de café:

- i. *El exceso constante de oferta del mercado mundial del café es resultado, en gran parte, de los avances en la tecnología, la aplicación de nuevos métodos de cultivo intensivo y el desarrollo y siembra nuevas variedades de cafetos, así como la ausencia de cuotas de exportación. La situación descrita se materializa particularmente en Brasil y en Vietnam, países que han sido capaces de inundar el mercado con cafés robusta de baja calidad; en consecuencia, los precios del café han bajado y los tostadores han logrado aumentar sus márgenes de beneficio. Sin embargo, una contradicción dentro de esta paradoja de café es que mientras que el mercado mundial del café se inunda con café de baja calidad hay una grave escasez del café de alta calidad que genera el crecimiento de las ventas y que fue considerada la causante del aumento repentino de los precios en el período 2010 al 2012.*
- ii. *La segunda razón principal de la disminución del precio del café es la estructura específica y compleja del propio mercado mundial. La industria del café es un oligopolio, en el que unas pocas corporaciones globales (como Starbucks, Kraft, Procter & Gamble o Nestlé) adquieren el café de una serie de pequeños productores, basándose únicamente en un grupo limitado de los exportadores de élite de la cual las empresas obtienen sus cafés. En el mercado mundial del café, este producto pasa frecuentemente través de un máximo de cinco entidades diferentes antes de llegar al consumidor (agricultor - especuladores locales - exportador - tostador - minorista - consumidor). En general, los agricultores tienen la posición de negociación más débil dentro de esta cadena de café, donde cada actor trata de obtener el máximo beneficio. Los pequeños productores a menudo carecen de los conocimientos del precio de mercado del café y son incapaces de comercializar y distribuir sus cultivos por ellos mismos. Como resultado, los especuladores locales (los llamados coyotes) son capaces de retener la mayor parte de las ganancias de la venta del café (Schübler, 2009).*

4.26. El atributo del “valor inmaterial” del café como característica en los mercados del norte

El café oro que se vende en el mercado internacional de productos básicos y el café tostado que se vende como un producto final a los consumidores occidentales son dos productos cada vez más diferentes entre sí. No solo es la calidad “material” del café vendido por tostadores, minoristas y cafeterías, sino también el “inmaterial”, es decir, la calidad “simbólica” compuesta por atributos tales como un territorio, una historia, las ideas, y lo exótico, así como en prestación de servicios a través de redes agroturísticas con visitas tipo safari a los cafetales, y el establecimiento de cadenas de café controladas por las organizaciones de productores. En particular, el mercado del café gourmet se caracteriza por este tipo de producción “inmaterial”, lo que representa un claro alejamiento del mercado puro de productos básicos. Este es uno de los argumentos que explican la coexistencia del auge del café en los países consumidores y las crisis en los países productores (Schüßler, 2009).

4.27. Los cafés de calidad especial como opción para Latinoamérica

El café de especialidad es uno de los cafés de alta calidad que ha crecido más rápidamente en estos últimos años, pese a ello aún es difícil comprender la dinámica de este segmento de café con respecto a sus diferentes definiciones, las tendencias del mercado y su impacto en los productores y las potenciales decisiones de los consumidores en los diferentes nichos de mercado en los que generalmente compiten. En los cafés especiales uno de sus atributos clave es su origen, es decir, la región cafetalera donde fueron cultivados y procesados. Y generalmente se colocan en los mismos mercados: comercio justo, sostenible, orgánico y gourmet (que guarda similitud).

Los fenómenos de volatilidad de precios y sus nefastas consecuencias para los caficultores latinoamericanos han impulsado la búsqueda de soluciones para esta problemática; posterior a la ruptura del mercado regulado la industria del café ha experimentado un proceso de diferenciación de los productos más allá de las dos variedades tradicionales. Una de las líneas en las que la industria del café se ha centrado en un nivel global es el de cafés especiales. Nuevas formas de consumo de café que se fundamentan en la calidad superior, la diferenciación y las características del café de valor añadido han creado un segmento de mercado de cafés especiales que ha crecido dramáticamente desde sus años de formación en la década de 1980. El café de especialidad ha pasado de ser un nicho para convertirse en una industria. Los cafés especiales implican una serie de componentes y sistemas de producción destinados a producir café de alta calidad que reúna condiciones óptimas para los nichos de mercado internacional donde será apreciado por su elevada calidad asociada a su origen (región donde se cultiva y procesa), (Sepúlveda *et al.*, 2016).

Aún hoy en día no es sencillo determinar con exactitud el término “café de especialidad”. Las definiciones son diferentes entre los consumidores y los profesionales de la industria. Hay muchas definiciones de cafés especiales de las cuales se cuenta con tres oficiales desarrolladas por la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA), la Asociación de Cafés Especiales de Europa (SCAE) y la

Federación Nacional de Cafeteros (FNC). Desde el punto de vista del consumidor, el café se considera de especialidad cuando se percibe y se valora sobre la base de un conjunto de características únicas y que lo diferencian de otros cafés convencionales; el consumidor demanda atributos del producto que lo adapten a sus gustos y a sus prioridades sociales y sobre este fundamento se ha impulsado el crecimiento en la diferenciación de productos en la industria alimentaria, particularmente de aquellos cuya calidad está asociada a su origen. Esta tendencia y óptica de los consumidores ha conducido al crecimiento del mercado de cafés especiales. Por lo tanto, cualquier esfuerzo para resaltar la calidad del café a los ojos de los consumidores y generar la diferenciación, ya sea a través de la certificación de producto o por la calidad intrínseca de café, o ambos, solo tendrá un efecto positivo si la valoración de estos factores por parte de los consumidores los lleve a tener disponibilidad para pagar un precio mayor basado en aspectos que sustentan la especialidad del café (Sepúlveda *et al.*, 2016).

Desde la óptica de la industria las definiciones de cafés especiales incluyen dos aspectos que los hacen únicos. Por un lado, los aspectos extrínsecos relacionados con los sistemas de producción y, por otra parte, los aspectos intrínsecos del producto como el sabor. Dentro de los sistemas de producción a nivel primario los cafés especiales son aquellos sustentados por las certificaciones que los acreditan como cafés sostenibles, por tanto se consideran los cafés certificados (orgánico, FLOCert, Utz, Rainforest, etc.) cuyo fundamento es el equilibrio con los aspectos sociales, económicos y ambientales involucrados en la producción de café, con el fin de garantizar a su vez buenas condiciones de vida para las personas y comunidades que participan de la caficultura y para quienes constituye su medio de vida (Renard, 2010; Sepúlveda *et al.*, 2016).

4.28. El nicho de mercado para los cafés de calidad diferenciada

Un producto de nicho de mercado es el “café de especialidad”, también conocido como “gourmet” o café “premium”. Las características especiales de estos cafés (en particular, el gusto, los procesos de producción, las condiciones de comercialización o de origen) corresponden con las demandas de los tostadores y consumidores de café específicos. Además hay una grave escasez de café de especialidad en el mercado mundial. Tomados en conjunto, estos factores hacen que los cafés especiales se puedan vender a precios más altos y les permiten mantenerse al margen de la actual crisis del café.

Los cafés gourmet han resistido mejor a la crisis. Sus peculiaridades, como sus características gustativas, su proceso de producción, sus condiciones de comercialización, o su origen, el cual puede ser tan preciso como el nombre de la finca, los convierten en productos especiales mejor remunerados a nivel del productor, porque son buscados por el tostador y el consumidor. La existencia de un mercado en el que el origen puede ser un factor de remuneración explica el nuevo interés de los países productores de café por el desarrollo de sellos de certificación del origen, como las Indicaciones Geográficas y las Denominaciones de Origen. Estos sellos han comprobado ser útiles en el caso de muchos productos, especialmente los vinos, los licores y los quesos. El Champagne, el Cognac, el Tequila, el queso Manchego son ejemplos

de Denominaciones de Origen exitosas. Las Denominaciones de Origen son signos distintivos que diferencian los productos agroalimentarios a través de la mención de su región de producción. También son signos de calidad, pues esta depende fuertemente del origen, es decir del ambiente y de las técnicas que la gente aplica en ese ambiente. Estas interacciones entre el ambiente, las prácticas de la gente y el cultivo le brindan una calidad única e irreplicable al producto (ICAFE, 2006).

4.29. El antecedente latinoamericano de café reconocido por su región de origen

En Latinoamérica se cuenta con el precedente exitoso de café reconocido y protegido por su origen con el caso de Colombia, uno de los países productores de café más importante en el mundo debido especialmente a la calidad de su café y a las estrategias de comercialización de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. En el año 2005 el “Café de Colombia” obtuvo una Denominación de Origen en Colombia. Además, en ese mismo año, la Federación Nacional de Cafeteros presentó –como el primer país tercermundista para hacerlo– una solicitud de “Café de Colombia” como indicación geográfica ante la Comisión Europea. En diciembre de 2006, la aplicación de resumen se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea, puesto que ninguna declaración de oposición fue recibida en los siguientes seis meses; “Café de Colombia” fue registrada como Indicación Geográfica Protegida (IGP) en virtud del Reglamento 510/2006 del Consejo CE (Comunidad Europea) en septiembre de 2007 (Schübler, 2009).

4.30. El café en nichos de mercado que aplican las herramientas de propiedad intelectual

En general, hay dos maneras de garantizar la protección legal de las regiones que producen productos reconocidos por el origen: ya sea a través de marcas registradas o por medio de las indicaciones geográficas y las denominaciones de origen, entre otros.

Con el objetivo de obtener provecho del mayor precio pagado por los consumidores de cafés de origen único, se tiene implícita la necesidad en los países productores de utilizar los mecanismos de protección de sus indicaciones geográficas. Paralelamente, se requiere garantizar que solo el café que realmente se produce en una región determinada se vende bajo dicha designación o utilización de su nombre comercial. Para el café de un solo origen la protección solo puede ser proporcionada por las herramientas de propiedad intelectual, es decir, las indicaciones geográficas (IG) o el sistema de marcas (TMS), (Schübler, 2009).

El origen geográfico de los productos generalmente es protegido por la figura jurídica de las indicaciones geográficas, que son una forma de derechos de propiedad intelectual. La protección de las indicaciones de procedencia geográfica de los productos ha evolucionado de manera diferente tanto en la legislación nacional como internacional. En la actualidad hay una serie de acuerdos internacionales que regulan la protección de las indicaciones geográficas. Aparte de los numerosos acuerdos bilaterales y sistemas regionales de protección GI, como el Reglamento 510/2006 del Consejo CE (Comunidad Europea), el acuerdo multilateral más importante es el que versa sobre los Aspectos de los Derechos

de Propiedad Intelectual de 1994 (Acuerdo sobre los ADPIC) el cual es administrado por la OMC (Organización Mundial del Comercio), por lo que es el único acuerdo internacional disponible para abordar la cuestión desde una perspectiva global.

Un tipo de café de especialidad es el “café de origen único”. A diferencia del café mezclado, que constituye la mayor parte del café disponible en el mercado mundial, el café de origen único se produce únicamente en ciertas áreas, es decir, en un país, región o incluso una plantación de café. En el mercado global actual, la distinción de los productos por sus orígenes se ha convertido en un factor determinante que influye decisiones de los consumidores, la confianza en el origen de un producto –que es visto como sinónimo de calidad y de características especiales– consigue que el consumidor esté dispuesto a pagar más por un producto agropecuario en particular (Schübler, 2009).

4.31. PROMECAFE y su trabajo en Indicaciones Geográficas y Denominación de Origen

A partir del año 2007 y con el apoyo de AECID (Agencia Española para el Desarrollo Internacional) y del BID, PROMECAFE (Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura), se ejecutó un proyecto en Guatemala, Honduras, El Salvador, República Dominicana y Panamá con el propósito de desarrollar los instrumentos necesarios para lograr el reconocimiento de Denominación de Origen y/o Indicación Geográfica con el fin de mejorar las oportunidades de mercado de café de los países participantes en dicho programa, y que a su vez proporcionara una base sólida para su aplicación a otros productos agroalimentarios y en otros países de la región.

El desarrollo, registro y protección internacional de dos denominaciones de origen (DO) en El Salvador y Guatemala, más una Indicación Geográfica (IG) en Honduras, son parte de los resultados de dicho proyecto apoyado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y otras organizaciones internacionales para mejorar la rentabilidad productiva y comercial del café centroamericano.

Como producto de la labor iniciada en el 2008 por PROMECAFE, y cuya secretaría ejecutiva es gestionada por el IICA, el café de Apaneca Ilamatepec, en El Salvador, y Acatenango, en Guatemala, ya cuentan con Denominación de Origen (DO). Además, Honduras Western Coffees es la nueva indicación geográfica que permitirá a los cafetaleros del occidente hondureño que se reconozca la relación entre la calidad de su producto y las condiciones geográficas del lugar.

4.32. Los productos y logros del programa de protección de la calidad por el origen

El programa para la protección de la calidad por el origen alcanzó avances y productos eficaces y necesarios para el desarrollo de proyectos de Denominación de Origen o Indicación Geográfica, divididos en las distantes áreas que comprende este tipo de proyectos. Dentro de su marco legal se destacan los siguientes:

- » Diagnóstico de las legislaciones sobre IG y DO en CA, Panamá y República Dominicana; esta es una publicación del IICA.
- » Modelo consensado de leyes y reglamentos en materia de DO e IG, de acuerdo al modelo de la UE.
- » Propuesta de modificación de marcos legales en cada país.
- » Gestión del conocimiento.
- » Seminarios y talleres regionales de formación e intercambio de conocimientos y experiencias.
- » Red de Asesores jurídicos de PROMECAFE.

En el área de normativa técnica se anotan los siguientes productos:

- » Guía de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA's) para fincas de café protegidas bajo una DO e IG, publicación del IICA.
- » Requerimientos mínimos para el beneficiado de café protegido bajo una DO e IG, (Buenas Prácticas de Manufactura, publicación del IICA).
- » Guía técnica para el beneficiado de café con DO e IG, publicación del IICA.
- » Gestión de conocimiento.
- » Red de Buenas Prácticas Agronómicas de PROMECAFE.
- » Seminarios y talleres regionales de intercambio de conocimientos y experiencias.

En cuanto a la gestión de calidad y trazabilidad se destacan los siguientes productos:

- » Protocolo de análisis de calidad del café (suigeneris), base para las normas técnicas nacionales para café con IG y DO, publicación del IICA.
- » Equipamiento de laboratorios de análisis de calidad del café (acreditación). Alrededor de \$ 500 000 USD.
- » Creación y equipamiento de las unidades técnicas de trazabilidad (unidades de verificación e inspección).
- » Desarrollo de sistemas de información en trazabilidad.
- » Gestión del conocimiento.
- » Seminarios y talleres regionales de formación de técnicos en DO e IG.
- » Red de catadores de PROMECAFE.
- » Red de técnicos en beneficiado de PROMECAFE.
- » Capacitación y giras de intercambio de experiencias con miembros de consejos reguladores.

4.33. La metodología para calificación de la calidad aplicable a los cafés especiales

Cuando se realiza una calificación de calidad de café se parte de un lote involucrado en un contrato de compra-venta o en eventos de promoción de los cafés especiales que a su vez pueden devenir en transacciones comerciales. De modo que el análisis de la calidad del café lleva implícita su aplicabilidad para el comercio internacional de café. En el comercio de los “cafés especiales” es reconocido el Protocolo para Catación de café publicado por SCAA en septiembre de 2003. Este protocolo establece

el procedimiento aplicable para realizar el análisis organoléptico del café desde su condición de café oro (*Green coffee*) pasando luego por las etapas de tostado, molienda y preparación de la infusión y definiendo los parámetros olfativos y gustativos de la bebida del café que son sujeto de calificación para los cafés de calidad especial; esta metodología comprende el análisis físico del café oro en cuanto a la caracterización de los defectos y el análisis de la calidad de la bebida que deberá ser realizado por expertos catadores cuya competencia está debidamente acreditada por evaluaciones específicas que otorgan al catador su grado de especialidad en el tema. El análisis de SCAA está concebido para cafés de calidad sobresaliente, la cual debe hacerse patente por la presencia de sabores especiales de la bebida de café tales como acentos florales, cítricos, achocolatados u otros que sean perceptibles y que por tanto denoten condiciones adicionales y extraordinarias que son propias de los cafés de calidad excepcional.

La Organización Internacional para Estandarización (ISO) ha desarrollado desde la década de los ochenta un sistema normativo aplicable para la evaluación y calificación de los aspectos físicos de la calidad del café oro; esta normativa es amplia y establece los métodos de ensayo aplicables para la medición de parámetros tales como el contenido de humedad del grano de café, la granulometría, la densidad a granel, la determinación de granos defectuosos apoyada en un patrón fotográfico normalizado, la apariencia y el color del grano en oro; también están normalizados la rutina para preparación de la infusión que será evaluada por los expertos catadores así como los procedimientos para el muestreo de los lotes de café comercializados y el vocabulario técnico aplicable para los análisis de la calidad y otros temas relativos al comercio del café internacional.

4.34. Los parámetros físicos para la calificación de la calidad del café oro

El factor físico de mayor relevancia reside en la apariencia y uniformidad del café tostado; el aspecto brillante y uniforme de los granos tostados demuestra la frescura y sanidad del café, el grado de tueste se lleva hasta el punto en que sea visualmente evidente el grado de calidad del lote evaluado, por el contrario si el café sufre de envejecimiento o contiene granos defectuosos o granos inmaduros estas deficiencias de calidad se harán patentes por la apariencia desmejorada de la muestra de café tostado. Los parámetros físicos de tamaño y densidad del grano son evaluados dado que para la obtención de un tueste uniforme es necesaria la homogeneidad del tamaño y de la densidad de los granos contenidos en el lote de café, los cuales se obtienen mediante los procesos de clasificación practicados en la etapa de beneficio seco que se realiza como último proceso previo a la comercialización de los cafés de calidad especial. En el protocolo de SCAA se estipula un grado de uniformidad mínimo de 95 % del tamaño del grano pactado en el contrato comercial, a modo de asegurar la uniformidad del grado de tueste, siendo claro que solamente los cafés que obtienen una puntuación mayor a 85 % obtienen el grado de cafés especiales.

La normativa ISO contiene un método de ensayo particular para granulometría (evaluación del tamaño del grano ISO 4150) y otro para la densidad del grano (ISO 6669) estrechamente asociados a su

contenido de humedad, para el que se dispone también de los métodos de ensayo normalizados por ISO 6673 e ISO 1448. El contenido de humedad también es un parámetro decisivo en el comercio de café y es sujeto de análisis metódico; por su parte la OIC ha establecido la norma ISO 6673 como método de ensayo oficial aplicable para el comercio de café oro, ya sea como método directo o como método de calibración cuando se emplean detectores de humedad electrónicos como equipo de medición aceptado entre las partes involucradas en el comercio de café.

4.35. El protocolo de análisis de calidad del café de IICA/PROMECAFE

Como parte de su labor en el proyecto de protección de la calidad por el origen IICA/PROMECAFE desarrolló una red de catadores con técnicos de los países miembros de dicho programa. El trabajo de esta red produjo el protocolo de análisis de calidad del café publicado por el IICA en el 2010. Este método tiene como base la normativa de ISO sumada al método de la SCAA por lo cual se constituye en un instrumento sólido para ser utilizado en la promoción y comercialización del café de calidad especial, es decir, de los tipos de cafés certificados y los cafés reconocidos y protegidos por su origen. El protocolo contiene la descripción detallada paso a paso para efectuar el análisis de la calidad del café conforme al conjunto normativo anotado en el siguiente cuadro.

CUADRO 6. Normas de referencia aplicables para la calificación del café oro.

ISO 3509:2005	Coffee and coffee products -- Vocabulary
ISO 4072:1982	Green coffee in bags -- Sampling
ISO 4149:2005	Green coffee -- Olfactory and visual examination and determination of foreign matter and defects
ISO 6673:2003	Green coffee -- Determination of loss in mass at 105 degrees C
ISO 2395:1990	Test sieves and test sieving -- Vocabulary
ISO 4150:1991	Green coffee - Size analysis - Manual sieving
ISO 3310-1:2000	Test sieves Technical requirements and testing Part 1: Test sieves of metal wire cloth
ISO 3310-2:1999	Test sieves Technical requirements and testing Part 2: Test sieves of perforated metal plate
ISO 6669:1995	Green and roasted coffee. Determination of free-flow bulk density of whole beans (Routine method)
ISO 6668:2008	Green coffee. Preparation of samples for use in sensory analysis
Specialty Coffee Association of America (SCAA), 10 de septiembre de 2003	Protocolo para catar café

4.36. La normativa técnica disponible en los países de la región del Caribe

En todos los países asociados al IICA/PROMECAFE se cuenta con entidades normalizadoras oficiales asociadas y miembros de ISO, por lo que mediante la labor del programa de protección de la calidad por el origen el conjunto normativo anotado en el Cuadro 6 fue adoptado y homologado por parte de las entidades normalizadoras oficiales de todos los países miembros de PROMECAFE, para lo cual se realizó un trabajo conjunto entre los institutos cafetaleros y las entidades normalizadoras, dentro de un proyecto desarrollado y culminado en el año 2010. Desde entonces es posible realizar procedimientos de calificación de calidad que cuentan con la base sólida de su normalización institucional en cada país de la región asociado al IICA/PROMECAFE.

Resumen

En el capítulo 3 se hizo una reseña sobre la etapa de tecnificación de la caficultura a nivel mundial, la cual tomó gran impulso en los años cincuenta ocasionando la sobreoferta de café lo que condujo a la implementación del mercado regulado por cuotas mediante la administración de la OIC desde la década de los sesenta hasta 1989 cuando el convenio se rompió de modo definitivo dando origen al libre mercado del café el cual prevalece actualmente. A partir de la ruptura del mercado regulado ocurrió un gran incremento en el consumo de café arábica de calidad diferenciada y el *boom* de las tiendas de cafés gourmet en Europa y Estados Unidos. La libre disponibilidad de cafés de todos tipos condujo a un incremento importante en su consumo a nivel mundial; la diferencia entre los precios de los cafés arábicos y robustas se hace evidente y marcada, situación que no era así en el período de mercado regulado. Aparejado al incremento del consumo se produjo el fenómeno de la volatilidad de los precios internacionales del café caracterizado por grandes altibajos y cuya ocurrencia es de difícil previsión. Se dieron períodos de precios altos en 1996 y 2012, pero también ocurrió la peor crisis de bajos precios en el año 2000 atribuida, entre otros factores, a la acumulación de existencias en los países importadores, esto es que el mercado de café fue afectado por procesos especulativos ocasionados por agentes externos a la natural oferta y demanda del mercado.

El fenómeno de la volatilidad de los precios ha afectado fuertemente a los productores de café de Latinoamérica y como se anotó en el capítulo 2 condujo a la desatención de los cafetales la cual, sumada a los impactos del cambio climático, propició las condiciones para que ocurriera la epidemia de la roya en el 2012. En procura de soluciones permanentes en materia de precios mínimos pagados a los caficultores surgió la aparición de diversas organizaciones no gubernamentales que promovieron la implementación de etiquetas de café sostenible divididas en la sostenibilidad social y la sostenibilidad ambiental, esta última con la certificación de café orgánico es la que ha logrado mayor desarrollo abarcando ya un 8 % del mercado mundial de café, y donde Perú y México destacan como los mayores productores de este tipo de café producido en sistemas de cultivo de semibosques tal como se detalló en el capítulo 3. Sin embargo, el éxito de este tipo de caficultura es cuestionado por la situación real sufrida por los agricultores que han tenido problemas para colocar su producto

por insuficiente demanda, esto es que el libre mercado no ha ofrecido la demanda requerida para consolidar el éxito de ese tipo de agronegocio.

Como una alternativa para el logro de mejores precios de venta del café y la mayor apertura de nichos de mercado para los cafés especiales producidos en la región centroamericana y el Caribe, el IICA/PROMECAFE ejecutó en el período 2000 a 2010 un programa para promover el comercio de café de calidad especial de la región mediante el sistema de marcas por Indicación Geográfica y/o Denominación de Origen; este procedimiento promocional de mercado tiene su referente en el caso de Colombia que desde el 2006 logró el reconocimiento de la Indicación Geográfica Café de Colombia representada por la Federación Nacional de Cafeteros. El programa del IICA/PROMECAFE tiene entre sus logros la creación e inscripción de proyectos de Denominación de Origen para regiones de Guatemala, El Salvador y Honduras, así como la apertura de los mecanismos legales necesarios para la inscripción de estos proyectos en todos los países de la región del Caribe asociados a PROMECAFE; ese programa también logró la implementación de los sistemas normativos necesarios para certificación de la calidad en las instituciones normalizadoras de todos los países asociados. Las herramientas para la promoción del café de calidad especial están disponibles en los países asociados al IICA/PROMECAFE, están a disposición de las instituciones gubernamentales que deban promover asociaciones de agricultores para utilizar el mecanismo de marcas por Indicación Geográfica y/o Denominación de Origen.

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN EL PROCESAMIENTO DEL CAFÉ

P. Ocampo, J. Rivera, S. Villanueva, M. Guatemala y A. Navarro

Como se detalla en el capítulo 4 el consumo mundial del café ha aumentado en los últimos años y de acuerdo con las tendencias identificadas seguirá aumentando. Es importante anotar que este crecimiento se dará de forma diferenciada debido a las dinámicas que se presentan en cada uno de los tres mercados detallados: 1) los importadores tradicionales; 2) los países exportadores; y 3) los mercados emergentes, ya que cada uno de estos mercados muestra patrones diferentes de consumo.

A través de la historia del café como producto, la dinámica y evolución de su comercialización y consumo, han estado profundamente relacionados al desarrollo y evolución de nuevas tecnologías de procesamiento y de desarrollo de productos, que han permitido y facilitado nuevas formas de comercialización. Es por esto que se puede argumentar que el presente y el futuro del café, estarán íntimamente ligados a los cambios tecnológicos impulsados por una economía centrada en el conocimiento. Este capítulo analiza la importancia de la innovación tecnológica del procesamiento del café y su influencia en el crecimiento de su comercialización y la universalización de su consumo. Detalla el panorama tecnológico, algunas de sus tendencias, las oportunidades que esto representa para Latinoamérica y hace un bosquejo de la comercialización, procesamiento e ingeniería del café, así como los aspectos exploratorios de su calidad sensorial.

5.1. La evolución de las tecnologías de procesamiento de café para su comercialización

La historia de la comercialización del café puede ser trazada desde el año 1800 cuando emprendedores en Estados Unidos vieron la oportunidad de proveer al mercado un café que fuera más asequible no solo en términos monetarios sino también “listo para tomar”. Compañías como Folgers® y Maxwell House® se convirtieron en las marcas más populares pues gracias a sus innovaciones en procesamiento, empaquetamiento y comercialización permitieron que la industria del café fuera lanzada al futuro.

Dos innovaciones tecnológicas son la base fundamental que permiten la popularización del café en esta etapa y quizá la más importante y que permitió una mejor distribución del café es el empaquetado al vacío, esta invención cambió la forma en la que se empaqueta el café hasta nuestros días. A R.V. Hills, de Hills Brothers®, se le atribuye dicha invención, la cual permitió que dicha compañía pudiera comercializar latas de café fresco desde San Francisco a Chicago y finalmente New York (Hillsbros.com, 2016).

En 1903 Satori Kato aplicó su proceso de deshidratación para té soluble al café y recibió la primera patente para “*Coffee concentrate and process of making the same*” mejor conocido como café instantáneo (EUA patente nº 735,777, agosto 11 de 1903). Así, el café instantáneo se convirtió en uno de los elementos más importantes de la vida moderna y se dice que para 1970 al menos un tercio del café tostado que se importaba a los Estados Unidos era procesado como café instantáneo (Craftbeveragejobs.com, 2016).

Otra invención que define esta etapa que es ahora reconocida como la “primera ola del café”, es la invención de la primera cafetera de goteo automático diseñada para el hogar. Inventada por Vincent Marotta en 1972 e introducida al mercado como *Mr. Coffee*, se convirtió en el líder del mercado y para 1979 Forbes reportaba que la compañía estaba generando 150 millones en ventas y poseía el 50 % del mercado (Fox, 2015).

La “primera ola del café” está caracterizada por un mercado de grandes volúmenes a precios bajos donde se garantiza la consistencia en la calidad y el sabor del producto, pero no ofrece la “mejor” calidad. Aunque se le puede denominar la etapa del café instantáneo para las masas, esta es una etapa fundamental donde se da a conocer el café a un mercado muy amplio y se crea el “gusto” por el producto. Se introduce el café al consumo popular como un golpe de cafeína y una nueva bebida excitante que puede ser disfrutada con los amigos, se puede decir que este es el inicio de la “cultura del café”.

La “segunda ola” marca la diferencia entre el café genérico y el café de “especialidad” y es consecuencia directa de la reacción de los consumidores al “mal café” que se comercializó durante la “primera ola”. En esta etapa los consumidores, tostadores y baristas comenzaron a enfocarse en la calidad del café, pues la diferenciación se da en sabor, origen y las técnicas de tostado utilizadas. Los consumidores se preguntan cuál es el origen del café que están consumiendo y buscan entender los estilos de tostado de lo que ahora se denomina el o los cafés de especialidad. Nace en esta etapa el

gusto por el café tostado artesanalmente y la cultura del *coffee shop*; el café ya no es solo una bebida, sino que se convierte en una experiencia. En esta etapa se crean las grandes cadenas de cafeterías que habían comenzado como negocios independientes. Durante esta ola surge todo un nuevo vocabulario y se introduce a las masas la experiencia del *coffee shop*.

Como respuesta a este nuevo modelo de negocio, donde la experiencia de tomar café se vuelve más importante que el proceso artesanal de producirlo, nace en 2002 un nuevo movimiento denominado “la tercera ola”, el origen de este término se atribuye a Trish Rothgeb, quien es además reconocida como la identificadora de los conceptos que lo acompañan (Coffee Quality Institute, 2016).

La “tercera ola” se define por la producción de café de alta calidad y la promoción de café como un producto artesanal y no como un *commodity*. El café se convierte en una experiencia, se cuidan los detalles como el origen del grano, los cultivos, la cosecha, el tostado en lotes más pequeños, y los procesos de preparación. El café no se sirve solo, va acompañado de una experiencia integral donde aspectos como la arquitectura del lugar o la textura de los muebles son parte de la experiencia. Se puede decir que en esta etapa el café es el centro de atención y adquiere una nueva identidad. Así, Starbucks® resulta ser la perfecta representación de esta etapa dentro de los *coffee shop*, donde se suman todas las experiencias que el consumidor desea entorno al beber café y al ambiente que se desea (relajación-trabajo).

Por otro lado, la compañía Nestle® ha revolucionado el mercado del café instantáneo mediante el desarrollo del café encapsulado (pequeños contenedores sellados para usarse en máquinas especialmente adaptadas para recibirlas). El café encapsulado está diseñado para dosificar y asegurar el mismo sabor y aroma en cada toma de las diferentes presentaciones de valor para los consumidores (café americano, con crema, descafeinados, intensos, origen, ediciones especiales, etc.). El mercado del café encapsulado presenta una tasa de crecimiento del 20 % anual (independientemente del impacto negativo que representan sus recipientes para el medio ambiente), aunque aún no se vislumbra su etapa de madurez ya que constantemente se está renovando a través de presentaciones novedosas y conforme a las experiencias que el mercado espera.

5.2. Panorama tecnológico actual en la comercialización y procesamiento del café

Como se describe en el capítulo 4, se espera que el mayor crecimiento en el consumo mundial del café se presente en los mercados emergentes, con una gran demanda por el café instantáneo, en forma similar a lo que ocurrió en los países importadores durante la “primera ola”, descrita con anterioridad.

En los países exportadores se busca el crecimiento del mercado interno a través de programas orientados a estimular la “cultura del café”, una mezcla entre las tendencias de la “ola dos” y la “ola tres”, así que se espera que el aumento de consumo de café se presente en el segmento de granos de primera calidad, nuevos sabores, nuevas mezclas y ambientes que estimulen el consumo.

Los mercados de los países importadores tradicionales, que son mercados maduros, se caracterizarán por un crecimiento lento y en segmentos muy específicos. Ahí las tendencias que se detectan son básicamente las mismas de la llamada “tercera ola”:

1. Individualización del consumo de café.
2. Incremento en la demanda de “café especiales”.
3. Incremento en la sofisticación de los *coffee shops* y las barras de café.
4. Venta de granos verdes, no tostados, para que la gente haga su tostado en casa.

En paralelo y dadas las características del consumidor “ola tres”, estas tendencias van aunadas a variables éticas, ecológicas y de sustentabilidad, como se detallan en el capítulo 4.

Por ahora es importante anotar que a pesar de que se presentan tendencias globales, se pueden encontrar diferencias entre los tres mercados, en algunos casos no muy marcadas, por ejemplo y según Savara, 2014 (con información de Euromonitor), a nivel global, los factores que más inciden o influyen en la elección de qué bebida caliente tomar (incluyendo café), son: gusto (*taste*), precio, salud e ingredientes naturales (ver Cuadro 7).

CUADRO 7. Factores que inciden en la elección de una bebida caliente.

	Australia	Brasil	China	Alemania	UK	EUA	Promedio global*
Gusto (<i>taste</i>)	1	1	2	1	1	1	1
Precio (<i>price</i>)	2	4	5	2	2	2	2
Salud (<i>healthiness</i>)	3	2	1	4	3	3	3
Ingredientes naturales (<i>natural ingredients</i>)	4	3	3	3	4	4	4

Fuente: Savara 2014, usando datos de veinte países de la encuesta de Datamonitor 2011.

Analizando esta información, podemos notar que a pesar de que en China (mercado emergente) se cumple con estos cuatro factores, el más importante es la salud, factor en el que debe de influir su percepción del té, que hasta ahora sigue siendo la bebida nacional. Ahora, lo más interesante y contrario a todas las predicciones, es que el precio es uno de los factores menos influyente en su elección. Nuevamente esto debe ser debido a la forma como habitualmente se elige el té, y podemos fácilmente deducir que los chinos buscan una bebida saludable, que tenga buen gusto y que sea natural. Este aspecto se convierte en un punto clave ya que según Euromonitor Internacional (2012) hay una amplia variación en las preferencias regionales, ya que los siglos de tradición (en el caso del té), hacen que la penetración del café en estas regiones siga siendo un gran desafío.

En Brasil encontramos una situación parecida con relación a la importancia que se le da al precio, pero al igual que los promedios globales, el gusto sigue siendo el factor más determinante en la elección del producto.

Lo que es importante destacar es que mientras los países de los mercados importadores siguen (o marcan) exactamente las tendencias globales, se evidencian claramente las diferencias de los factores considerados primordiales para los mercados de los países emergentes y de los países exportadores. Es de suma importancia entender estas diferencias, pues como se reporta en el capítulo 4, se espera que para 2020 los mercados emergentes representen el 50 % del consumo mundial, y que para el mismo año Brasil se convierta en el mayor consumidor mundial de café (ICAFFE, 2014).

Adicionalmente a las tendencias globales, Datamonitor ha identificado 5 subtendencias claves que afectan la industria del café: 1) encapsulamiento (*cocoonig*); 2) fusión sensorial (*sensory fusion*); 3) hecho para mí (*made for me*); 4) en el camino (*on the go*); y 5) manejo del peso (*weight management*), (Savara, 2014).

Como se observa a continuación, estas tendencias se ven claramente reflejadas en las tendencias tecnológicas, y se podría argumentar que son subtendencias que se acentúan en los mercados de los países importadores, pero es importante entender que se espera una homogeneización de las tendencias y demandas en los tres mercados mencionados al comienzo.

Uno de los aspectos importantes en esta homogeneización es la influencia de las redes sociales en el consumo de los productos, especialmente en los productos “premium”. Es por esta razón que se puede prever que las tendencias en el consumo interno de los países exportadores y en los países emergentes se dé hacia los cafés de alta calidad y siguiendo las subtendencias identificadas. Como ejemplo podemos citar a Euromonitor Internacional (2012) del consumo del café en México, que de acuerdo con su estudio, en México el consumo del café se ha incrementado en un 35 % entre 2005 y 2010, y aunque el 69 % del café que se consume en México es café soluble que se compra en los supermercados, se nota una clara tendencia al aumento de cafeterías y tostadores locales y la entrada de los jóvenes al mercado del consumo, tendencias muy parecidas a las presentes en los países importadores de café con mercados de consumo maduro.

5.3. Tendencias tecnológicas en el procesamiento del café

Hoy en día se pueden ver claras tendencias globales de los factores que influyen a los consumidores en su elección, como ya se discutió se observan diferentes énfasis de acuerdo a los mercados y también se espera que se presente una homogeneización facilitada por las nuevas tecnologías de comunicación aunadas a la importancia cada vez más acentuada de las redes sociales. Con esto se puede argumentar que las tendencias tecnológicas son globales y serán adoptadas y requeridas en cada mercado de acuerdo a sus especificidades. Así, se puede visualizar claramente que, por ejemplo, las tecnologías para producción de café instantáneo, que ofrezcan “la experiencia del café” en casa (un

café de mejor calidad, conservando sus aromas), serán requeridas y posiblemente adoptadas rápidamente en los mercados emergentes y en el mercado interno de los países exportadores.

Las innovaciones tecnológicas seguirán acompañando, y en muchos casos facilitando, el incremento en el consumo y comercialización del café, de esta forma podemos analizar las tendencias tecnológicas para comprender un poco más la dinámica y las futuras perspectivas en el consumo y comercialización del café. Para entender las tendencias tecnológicas se realizó una búsqueda general de patentes relacionadas al café, utilizando el software *Thomson Innovation* y el uso del algoritmo de búsqueda *Smart Search* en el cual se filtró el descriptor *Café* en *Derwent*. En esta búsqueda se obtuvieron 369 familias *Derwent* de patentes desde 1996 al 2016.

Como resultados relevantes se puede apreciar lo siguiente:

- a. El análisis semántico del contenido dentro de los documentos de las patentes localizadas, muestra que los términos (palabras) más importantes que se encuentran en son: cápsulas (*canisters*), café, porciones individuales (*parcelling*), medidas, chocolate, tea, homogeneización, dispersión, computadores, calentamiento, válvulas (Figura 18).

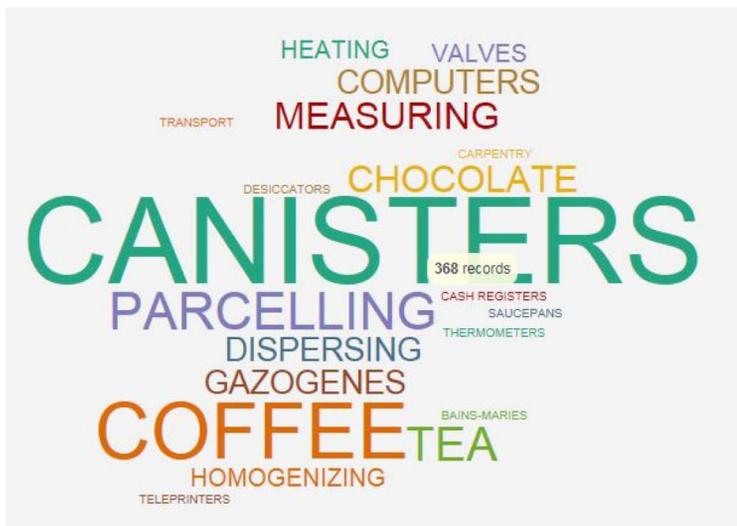
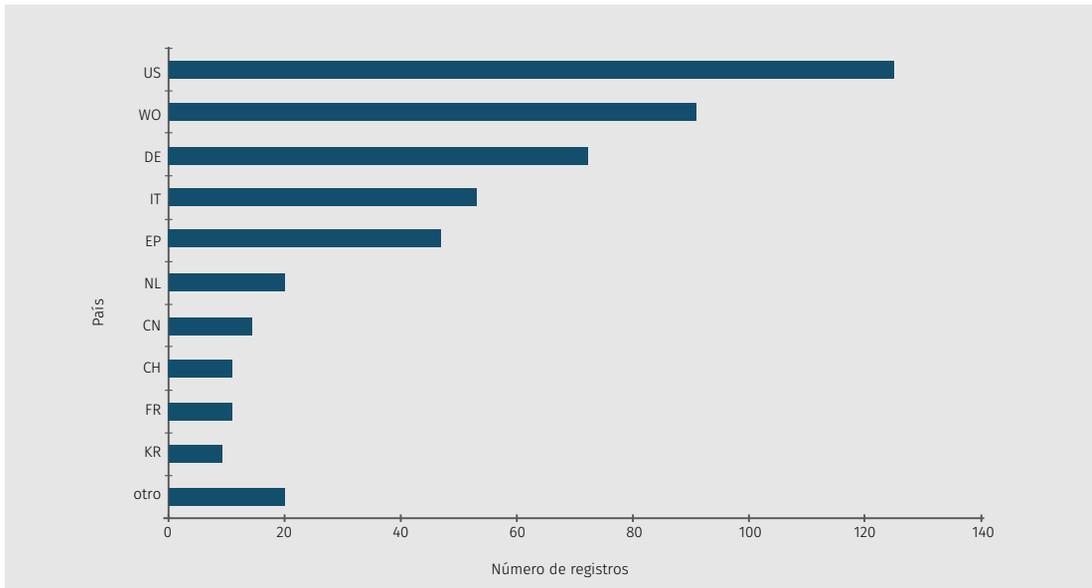


FIGURA 18. Nube de palabras capturadas.

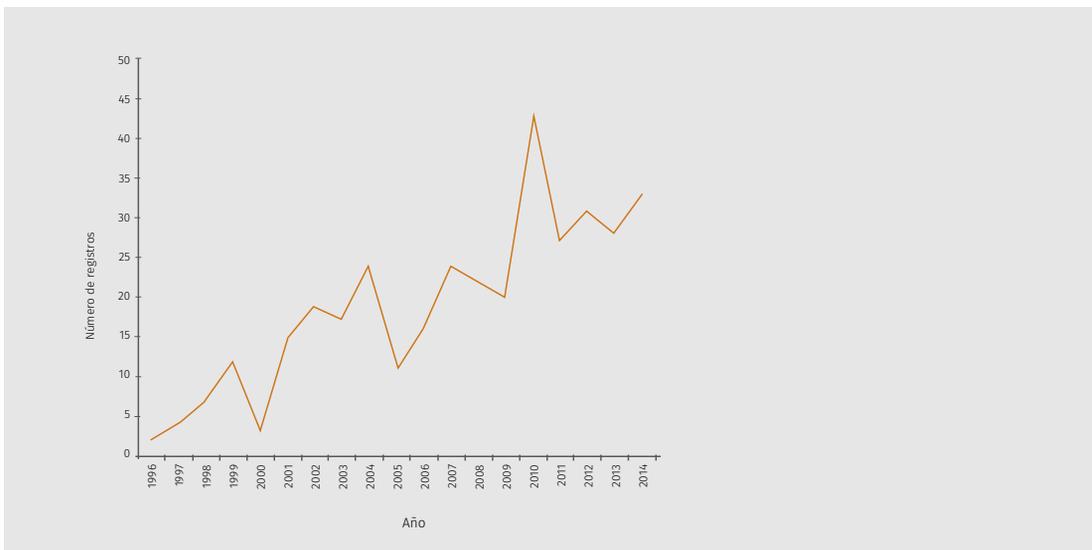
- b. El país con mayor participación de registros de solicitudes es Estados Unidos, seguido por Alemania e Italia (Gráfica 7). Es importante notar que las solicitudes WO son aquellas ingresadas vía el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes y pueden pertenecer a cualquiera de los países contratantes.

GRÁFICA 7. Número de registros por país.



- c. Se puede observar que en el año 2010 se presentó un pico muy alto de actividad, con 43 registros y que a pesar de los altibajos hay una tendencia fuerte de crecimiento en la década del 2005 al 2014 (Gráfica 8).

GRÁFICA 8. Número de registros por año.



Como se puede observar en la Figura 19, básicamente los registros de patentes están concentrados en los países pertenecientes a los mercados de importadores de café, con la excepción de China (perteneciente al mercado emergente). No se encontró ningún registro de patente en Centro y Sudamérica.

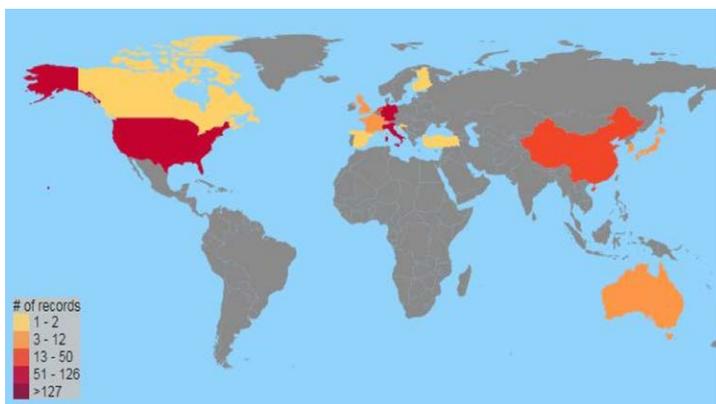
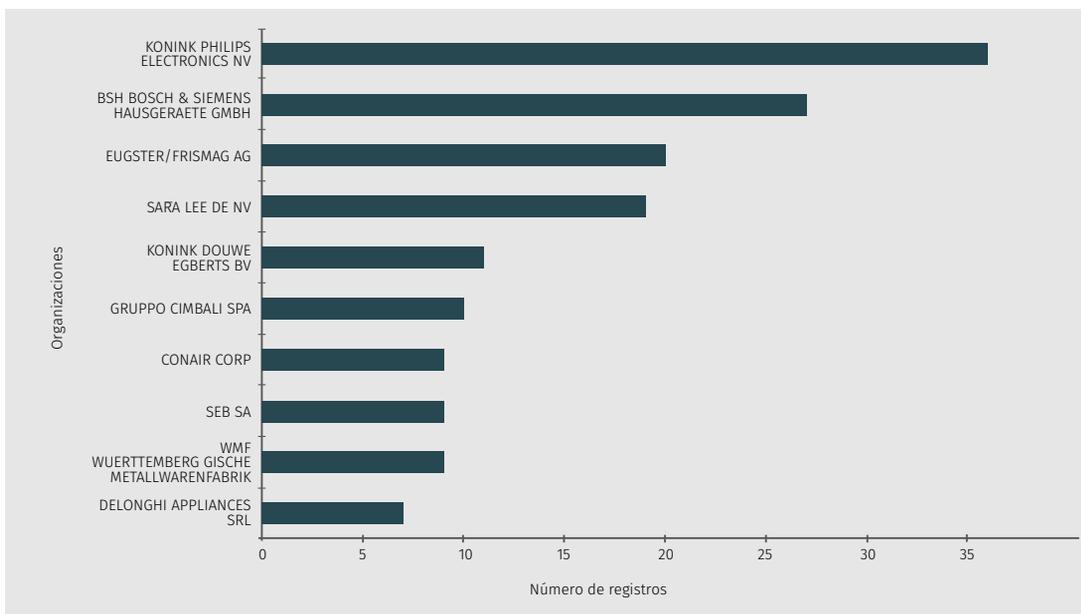


FIGURA 19. Países con mayor números de registros.

- d. Las empresas Konink Philips Electronics Nv, Bsh Bosh & Siemens Hausgeraete Gmbh y Eugster/Frismag AG, son las empresas que mayor presencia tienen en las invenciones relacionadas (Gráfica 9). Cabe destacar que lo más protegido en este tema está relacionado con máquinas, aparatos y dispositivos para preparar café.

GRÁFICA 9. Número de registros por empresas/organizaciones.



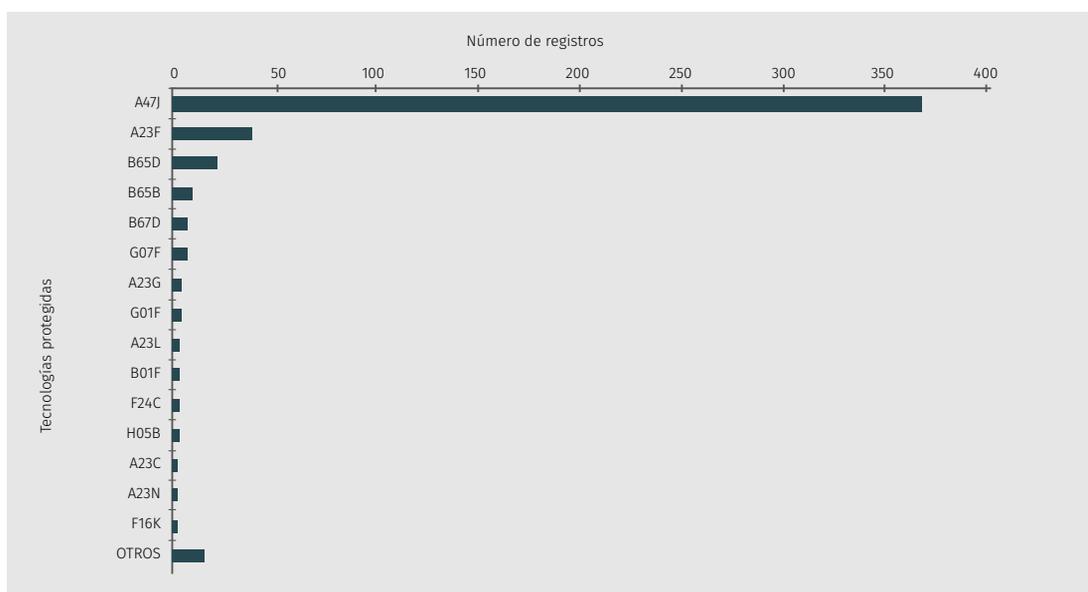
e. La Gráfica 10 muestra cuáles son las tecnologías más protegidas, el detalle de estas tecnologías se presenta a continuación:

- » A47J – Material de Cocina; Molinillos de Café; Molinillos de Especias; Aparatos para Preparar las Bebidas.
- » A23F – Café; Té; Sucedáneos del Café o del Té; Su Fabricación, Preparación o Infusión.
- » B65D – Recipientes para el almacenamiento o el Transporte de Objetos o Materiales; Accesorios o Cierres para Recipientes; Elementos de Embalaje; Paquetes.
- » B65B – Máquinas, Aparatos, Dispositivos o Procedimientos de Embalaje de Objetos o Materiales; Desembalaje.
- » B67D – Distribución, Suministro o Transferencia de Líquidos, No Prevista en Otro Lugar.

Como puede observarse, se evidencia claramente que los registros de patentes reflejan las tendencias y sub tendencias de consumo ya identificadas en la llamada “tercera ola”: individualización del consumo de café, encapsulamiento, etc.

Podemos ver como el análisis semántico muestra la gran importancia de tecnologías de cápsulas, porciones individuales, las cuales reflejan claramente la tendencia a la experiencia de un buen café en casa, el disfrute de la calidez y seguridad del hogar (encapullamiento), esta propensión está respaldada por la importancia que las grandes empresas están dando a la protección de tecnologías relacionadas a máquinas, aparatos y dispositivos para preparar café.

GRÁFICA 10. Las tecnologías más protegidas.



Quizá uno de los mejores ejemplos para ilustrar la importancia de la innovación tecnológica en la comercialización y el consumo del café en la actualidad vía encapsulamiento es Nespresso®. De acuerdo con Conley, Bican y Ernst (2013) el objetivo inicial de Nespresso® era reposicionar su café como producto “premium”, al observar el éxito que Nespresso® ha tenido podemos argumentar que su objetivo ha sido cumplido y que, en este proceso, esta firma se ha convertido en un líder mundial con 10 500 empleados y vendiendo café en 62 países (Gunther, 2015).

La importancia de la innovación tecnológica y la protección de la propiedad intelectual en este caso puede verse en los números: de una patente en 1976 se ha pasado a 2 125 patentes registradas en todo el mundo (Conley, Bican y Ernst, 2013) y a una serie de demandas y contra demandas, en defensa de la propiedad intelectual del sistema Nespresso® (Lucas, 2013). Es importante resaltar que en este caso se ha establecido no solo un innovador sistema para preparar café, sino toda una nueva experiencia y actitud del consumidor asociada tanto a la tecnología como al producto y a la marca. Se puede concluir que Nespresso® ha coadyuvado, de forma concluyente, a convertir un *commodity* de comercialización masiva, de relativamente bajo precio y bajo margen de ganancia, a un producto lujoso y altamente emotivo. Todo esto hubiese sido imposible sin la innovación tecnológica y la protección de la propiedad intelectual, enmarcados dentro de una estrategia corporativa que ha sabido crear y explotar las tendencias del mercado y desarrollar, a través de la innovación tecnológica, todo un ecosistema que fortalece las tendencias y genera nuevas experiencias.

Otro caso menos destacado, pero que está leyendo perfectamente la tendencia de un segmento de mercado muy importante, es la empresa GEA Process Engineering (GPE) que ha desarrollado un sistema denominado *Niro process technologies* para la industria del café instantáneo/soluble (GEA, 2016). Esta empresa ha extendido toda una línea de plantas integrales con nuevas tecnologías que incluye desde el tratamiento del grano verde hasta el empaclado del café soluble, pasando por el tostado, la extracción, la concentración y la liofilización/atomización. GEA ha patentado varias tecnologías y sistemas para las diferentes etapas del proceso, por ejemplo, el GEA Niro FIC™ (*Fast Instant Coffee*), un sistema continuo de extracción con controladores lógicos programables que reduce el tiempo de extracción en un 50 % y da perfiles aromáticos superiores produciendo un café instantáneo de alta calidad. Además, el GEA Niro CONTEX™, un sistema que funciona a presión atmosférica y baja temperatura y solo extrae la fracción del café. Otras tecnologías desarrolladas e incluidas en las plantas integrales son el Atlas CONRAD™ (atomización), Atlas RAY™, el Niro NOZZLE™ Tower. De acuerdo a GEA (2016), el tipo más común de atomizadores usados en la actualidad son los Fluidized Spray Dryer-GEA Niro FSD™.

Este es otro ejemplo de cómo las innovaciones tecnológicas acompañan y facilitan las tendencias de los diferentes mercados, en este caso el mercado del café soluble de alta calidad. El mercado del café soluble está creciendo especialmente en los países emergentes y es considerado en este momento uno de los segmentos más lucrativos de la cadena de valor del café. De acuerdo con el *Global Coffee*

Report, en la década pasada, el mercado del café instantáneo se ha expandido a tasas del 7 al 10 % anual, y la Comisión Internacional del Café (ICO) proyecta un crecimiento del 4 % en el volumen global entre 2012 y 2017 (Smith, 2014).

La región de Asia-Pacífico lidera el crecimiento global de este segmento del mercado, con grandes oportunidades en China, Indonesia y Malasia (Ganes Consulting, 2013). En Vietnam, por ejemplo, su consumo se promueve entre la gente joven y para el 2030 se espera incrementar la relación café consumido/exportado a 25 % de un 10 % actual (Pham, 2015).

Además, en la búsqueda de patentes realizada, se identificaron tecnologías que han hecho su aparición en los últimos tres años y que son ejemplo de nuevas tendencias tecnológicas, como es el caso de los grupos G06F y B67B que se refieren a:

- » G06F – Tratamiento de Datos Digitales Eléctricos.
- » B67B – Colocación de Elementos de Cierre a Botellas, Tarros o Recipientes Similares; Apertura de Recipientes Cerrados.

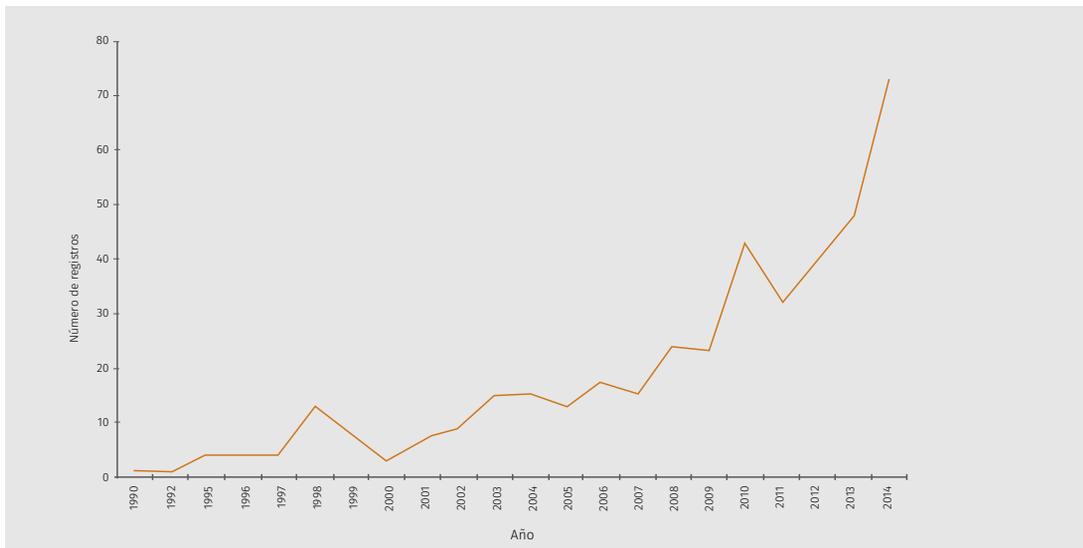
Estos ejemplos corroboran tendencias tecnológicas que fueron identificadas a través de la revisión de literatura: nuevos sistemas de análisis avanzado de datos, el uso de *big data* para entender no solo el comportamiento de los mercados, sino el comportamiento de los consumidores. Estos sistemas de análisis avanzados permiten a las grandes empresas explorar y explotar nuevos mercados y tendencias, convirtiendo cada día más la cadena de valor del café en una cadena más sofisticada y con mercados altamente segmentados, donde cada día se hace un excelente uso de las innovaciones tecnológicas para acompañar y explotar las tendencias de sus consumidores.

5.4. Café destilado en frío y café nitrogenado (*nitro coffee*): ¿la cuarta ola?

Los últimos años han visto la aparición de una nueva forma de preparar café: *cold brew coffee* (café en frío) que parece ser la nueva gran categoría en la cadena de valor de la industria cafetera. Aún hay gran discusión si esta es una nueva categoría o simplemente una nueva tendencia o moda; por ejemplo, el Simposio Re:Co 2016 realizado en Atlanta, incluyó un panel denominado “Cold Brew: Category or craze” (Re:Co, 2016). Lo que sí es evidente es que esta categoría o tendencia está cobrando cada vez más popularidad, especialmente entre los consumidores de los países importadores. La preparación en frío se refiere a un café que ha sido preparado sin emplear calor, toma entre 12 y 24 horas y produce un café que es menos ácido, más suave y más dulce (Jobst, 2014). De acuerdo con la Federación de Cafeteros (Colombia), “*sus orígenes se remontan a Japón donde el método se desarrolló hace algunos años, las tiendas de café especializadas perfeccionaron el dispositivo que produce el café frío que hoy se conocemos*” (Federación de cafeteros, 2016). Para saber qué está pasando con esta tendencia en el mundo de las patentes, se utilizó el software *Thomson Innovation* y el algoritmo de búsqueda *Smart Search* en el cual se filtró el descriptor “cold brew coffee” en *Derwent*, obteniéndose un total de 448

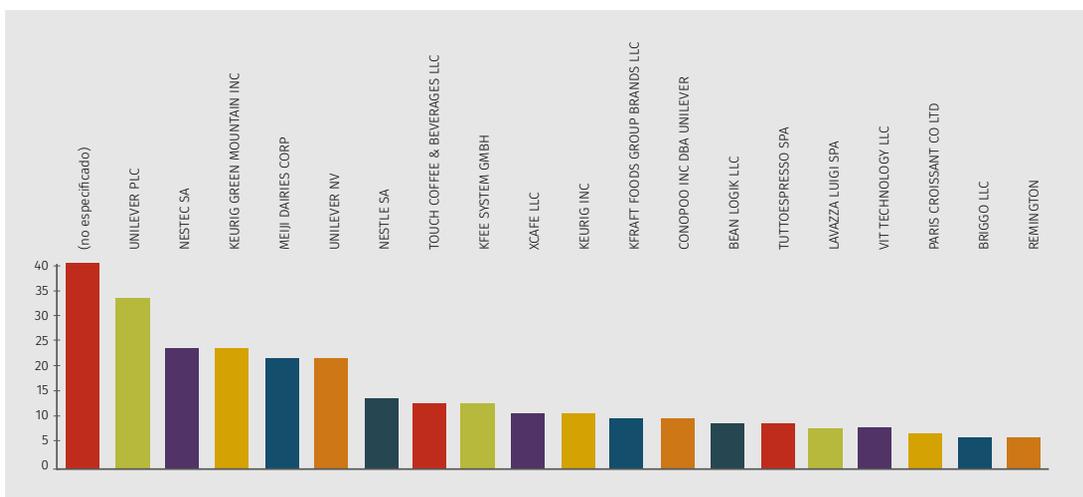
registros desde 1990 hasta 2016. También se encontró que el año de máxima actividad (con 43 registros) fue el 2014 y como puede observarse en la Gráfica 11, la tendencia en número de patentes es al alza.

GRÁFICA 11. Número de registros (*cold brew coffee*) por año.



Además, como era de esperarse, la protección de esta tecnología sobresale en Estados Unidos, Europa, Australia, Japón y Corea, siendo los principales titulares de la tecnología Unilever PLC, Nestec S. A. y Keurig Green Mountain Inc.

GRÁFICA 12. Principales empresas/organizaciones titulares en tecnologías para *cold brew coffee*.



Se reconocen dos marcas *Stumptown* y *Blue Bottle Coffee* las cuales están liderando e impulsando innovaciones de café preparado en frío, como lo es la adición de nitrógeno para obtener lo que se ha llamado el *nitro coffee* que se asemeja más a una cerveza que a un café, con la ventaja de tener menos calorías, ya que el nitrógeno le confiere un sabor más cremoso y no presenta contenido alcohólico.

Lo interesante con esta nueva categoría o tendencia es que es percibida por los consumidores de café sofisticados como una bebida artesanal que cumple con otros atributos como el ser una bebida saludable, con menos calorías y altamente funcional para poder concentrarse ya que su contenido de cafeína es más alto que un café regular.

Pero lo más importante en relación a la cadena de valor del café es que esta nueva modalidad de consumir café está atrayendo a un segmento de gran importancia: los jóvenes. El último informe de tendencias de la Asociación Nacional de Café de Estados Unidos (NCA por sus siglas en inglés) informó que *“15 % de los bebedores de café dijo que probó café en frío en 2015 y 10 % que probó café en frío imbuido con nitrógeno, siendo la generación del milenio (Millennials) el grupo de edad que impulsa esta tendencia”* (NCA, 2016). La gran ventana de oportunidad aquí es que estos jóvenes *millennials* no solo están adoptando esta modalidad en los países que regularmente admiten nuevas tendencias y que pertenecen al mercado de los países importadores (Estados Unidos o Europa), sino que en los mercados emergentes y en los países exportadores *“según cifras de Euromonitor, por ejemplo, la remodelada y emblemática tienda Juan Valdez de la Calle 73 con Carrera 9, en el corazón financiero de Bogotá, ya ofrece el artesanal método Kyoto de preparación en frío”* (reportado por la Federación de Cafeteros, 2016). Estamos pues ante una gran oportunidad de continuar homogeneizando el consumo de café de calidad entre los tres mercados identificados y en nuevos segmentos de consumidores a través del uso de innovaciones tecnológicas.

5.5. Ingeniería en el procesado del café

Como se ha presentado a lo largo de este libro, la cafecultura, una de las actividades más importantes del sector agropecuario en Latinoamérica, es una de las principales actividades generadoras de empleo y divisas debido a su carácter de producto de exportación. Hemos visto cómo el avance científico y tecnológico ha tenido efectos positivos, fundamentalmente en la mejora de las variedades, el control de plagas, la agricultura orgánica, rendimientos de los cafetales, control de calidad, así como en la minimización del impacto de la contaminación ambiental; sin embargo, los esfuerzos para mejorar y controlar los procesos de secado y tostado han sido pocos, a pesar de que la clave del café de mejor calidad está en el proceso de tostado.

El café verde contiene agua, proteínas, cafeína, aceite, carbohidratos, trigonelina, minerales y ácidos (principalmente solubles y no volátiles); mientras que el café tostado es una mezcla compleja de azúcares caramelizados, hemilcelulosa, fibra, proteínas, cafeína, aceite, trigonelina, cenizas, minerales

(potasio, fósforo y magnesio) y ácidos no volátiles (cafeíco, clorogénico, cítrico, málico, oxálico, quínicico y tartárico). El café verde no tiene un aroma, o sabor, particularmente atractivo, esas características se producen en el proceso de tostado y se deben a múltiples y complejas reacciones químicas inducidas térmicamente (Schwartzberg, 2005). Estas reacciones al inicio del proceso de tostado requieren calor, son endotérmicas, mientras que una vez que avanza el proceso, a temperaturas por arriba de los 160 °C, desprenden calor volviéndose fuertemente exotérmicas. Las altas temperaturas de tostado (por arriba de los 220 °C) causan, además de una serie de cambios físicos y químicos muy importantes que afectan el aroma, el sabor y la bioactividad del producto, la formación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), que son compuestos orgánicos con propiedades genotóxicas (carcinogenicidad y mutagenicidad).

Cabe decir que algunos componentes del café verde no reaccionan en forma significativa, mientras que otros como la sucrosa, las proteínas, el ácido clorogénico y la trigonelina, reaccionan extensiva y parcialmente, desapareciendo casi en su totalidad en algunos casos, lo que conduce a un amplio rango de reacciones cruciales para desarrollar el sabor del café (Schwartzberg, 2005; Farah, 2012). Muchos de los componentes sufren rupturas parciales cerca del final del tostado y, si este proceso continuara, la ruptura sería total. Es así que algunos productos del tostado serían solamente producidos –en forma significativa– si se usara un tostado más largo que el normal. Se ha sugerido que el contenido de ácido clorogénico puede ser un factor indicador de la calidad y que los volátiles de las proteínas obtenidos por pirólisis son de cierta importancia en relación con el sabor del café (Trugo y Macrae, 1984; Kirk *et al.*, 1996). Si el grano no es tostado a la temperatura adecuada, o bien no se tuesta durante el tiempo necesario y de manera uniforme, se evita que los aceites salgan a la superficie perdiéndose el sabor característico del café y adquiriendo uno más parecido al del cacahuate, fácilmente reconocible. Si, por el contrario, el tueste se realiza a una temperatura demasiado elevada, o se prolonga demasiado, el grano tendrá un sabor carbonizado.

Por lo anteriormente expresado, es obvio que obtener un balance óptimo de aroma y sabor es todo un reto. Los operadores y expertos de tostado no pueden esperar seguir el curso de los cientos de reacciones durante el tostado, por lo que para el control de tostado se confía en mediciones y/o control de la temperatura de término de tostado, tiempo de tostado, color reflejado del café tostado, pérdida de peso total y pérdida de materia seca. Estos puntos de control, o mediciones, difícilmente indican la amplia y global extensión de las reacciones del proceso de tostado (Schwartzberg, 2005).

Los tostadores más comunes, disponibles para uso doméstico e industrial, son los tostadores de tambor rotatorio, en los cuales el grano entra en contacto directo con una superficie y aire calientes (Figura 20). Algunos tostadores modernos, preferidos para uso industrial por ser más rápidos, fluidizan los granos con aire/gases calientes (Figura 21); otros, como los tostadores de lecho fuente (Figura 22) permiten un buen mezclado, suficiente superficie de contacto y, en algunos casos, mejor control y un producto más uniforme.

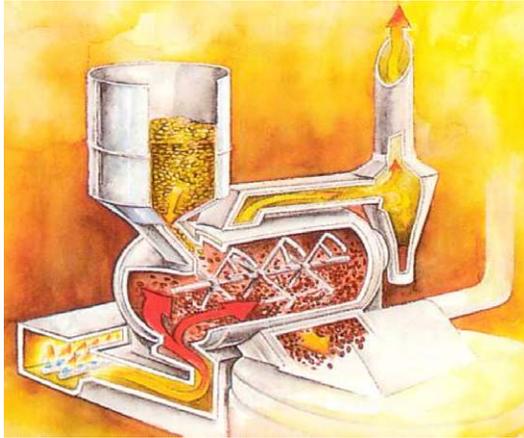
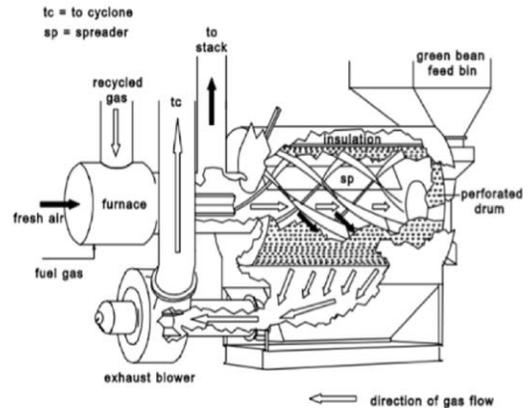


FIGURA 20. Tostador de tambor rotatorio.



Fuente: Schwartzberg, 2002.

Es muy importante resaltar que la enorme mayoría de los tostadores hasta ahora en el mercado operan por lote, y que la temperatura del grano cambia en el tiempo.



FIGURA 21. Tostador de lecho fluidizado.

Fuente: www.boletinindustrial.com

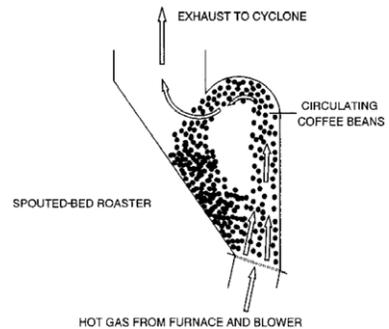


FIGURA 22. Tostador de lecho fuente.

Fuente: Schwartzberg, 2002.

Los tostadores continuos empezaron a utilizarse a mediados del siglo pasado, son solo usados por empresas muy grandes y se emplean para tostar grandes cantidades de grano (toneladas/hora) en producciones estandarizadas. En estos tostadores hay una enorme variedad de diseños; en todos ellos, la temperatura de los granos cambia con la posición axial a lo largo de cilindros perforados, con baffles internos ingeniosamente colocados que provocan una gran agitación y mezclado del grano (tostadores Probat, Wolverine, Burns, Brandtlein, etc.).

En años recientes se ha venido desarrollando en continuo tecnología de lechos fuente en multietapa. Por lo novedoso de su diseño (sin zonas muertas ni partes móviles), su simplicidad de construcción y facilidad de escalamiento, su bajísima caída de presión por etapa debido al uso de tubos de arrastre, su estabilidad hidrodinámica, funcionamiento y control, y su tostado continuo y uniforme, este sistema presenta claras ventajas sobre diseños anteriores.

De forma general se puede concluir que la propia evolución tecnológica de nuestros tiempos igual aplica para el procesamiento del café y hoy se requiere un mayor conocimiento de la ingeniería, los fenómenos de transferencia de calor, materia, cinética de torrefacción, mecánica de fluidos, esquema de contacto y métodos de control, para que a través de este conocimiento se obtengan mejores resultados en la calidad del tostado de café.

5.6. Degustación del café

El control de calidad más exigente que enfrentan los productos de consumo humano es el aquél que realizan los consumidores al escanearlos minuciosamente por medio de los sentidos antes de ser ingeridos, y el café no está exento de este reto.

Debido a la rapidez de este escaneo, en la mayoría de los casos, los humanos no son conscientes del análisis de propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas, tan detallado y completo que se realiza al ver, oler, tocar, y percibir en boca diversas sensaciones. Cientos de fenómenos físicos, fisicoquímicos y reacciones químicas, procesos fisiológicos y psicológicos se realizan en menos de un segundo para que un consumidor diga “me gusta” o “no me gusta”; siendo esta respuesta la que la mayoría de las personas recordamos (Overbosch *et al.*, 2001). Sin embargo, antes de aceptar o rechazar, los sentidos identifican y cuantifican diversas propiedades físicas y químicas que se integran a manera de una imagen que es establecida por la memoria, lo que evoca recuerdos y emociones que contribuyen a la respuesta del consumidor.

De acuerdo a estos fenómenos, a lo largo de las últimas décadas se han ido desarrollando diferentes metodologías que utilizan los sentidos para identificar y cuantificar lo que perciben los humanos en alimentos y bebidas, y se explora qué factores intrínsecos o extrínsecos del alimento o bebida, se involucran en la aceptación o rechazo. De esto se deriva el análisis sensorial.

El análisis sensorial en la actualidad cuenta con más de treinta normas ISO (*International Organization for Standardization*) y otros tantos estándares ASTM que describen protocolos para medir con los sentidos con el fin de estimar qué gusta y qué no, por qué gusta o por qué no gusta a los consumidores. Aspectos que permiten diseñar de este modo un producto, proceso, material de empaque, condiciones de distribución y almacenamiento a la medida del producto y de las expectativas del consumidor y de los diferentes mercados.

De poco serviría la aplicación de tecnologías de punta y/o la eficiencia y rentabilidad de los procesos si los productos que se fabrican no son del agrado del consumidor, no habría ventas ni tampoco industria. Debido a ello la mayoría de las industrias involucran la evaluación de sus productos con los sentidos, ya sea que se lleven a cabo de manera empírica (degustaciones) o de manera rigurosa siguiendo las metodologías establecidas científicamente (análisis sensorial). Actualmente hay una gran cantidad de empresas de productos de consumo humano hacen uso de este tipo de métodos.

Dada la amplia aceptación y consumo del café, este no es la excepción en cuanto al interés de medir sus características sensoriales. Diversos estudios han sido realizados para tratar de entender cuáles son los componentes que determinan el sabor del café (Sunarharum *et al.*, 2013; Gloess *et al.*, 2013) y cómo describir las percepciones de olor, gusto, aroma, sensaciones trigeminales y sensaciones kinestésicas producidas por dichos compuestos, tal es el trabajo reportado por Hayakawa *et al.* (2010), quienes construyeron un vocabulario o léxico con seis degustadores de café no entrenados y cuatro profesionales entrenados en la degustación de café, con los que, para describir 52 marcas de café provenientes de más de ocho países, este grupo de jueces generó 127 términos: 61 relacionados con el aroma, 23 relativos al gusto/sabor y ocho describiendo sensación global en boca y 28 términos para describir la impresión integral. Esta lista de términos fue validada por doce jueces no expertos.

Si bien las mediciones sensoriales son determinantes para conocer a qué sabe o a qué huele el café, las mediciones sensoriales del café son complejas ya que como se indicó, la respuesta objetiva o subjetiva del humano es la combinación de diversos factores que interactúan y aunque existen protocolos para el catado de café implementados por empresas o asociaciones, o desarrollados en los laboratorios de evaluación sensorial de universidades y centros de investigación, aún no existe un método de evaluación universal puesto que los resultados son influenciados por las condiciones de manejo de la muestra o por el tipo de jueces o catadores, por lo que el método solo puede ser un método de catado o un protocolo de evaluación sensorial.

¿Qué método usar? depende de lo que se desea conocer de la muestra (Donfrancesco *et al.*, 2014), ya que un vocabulario generado por evaluadores expertos, entrenados o por consumidores puede representar diferentes aspectos de un mismo café. Actualmente la evaluación sensorial ofrece a la industria del café una gama de protocolos de prueba que permiten:

- Discriminar entre muestras (prueba Triangular, Dúo-Trío, A – No A).
- Describir un conjunto de atributos (pruebas de perfil como QDA).
- Dimensionar la intensidad de uno o varios atributos o comprender la percepción por parte de los consumidores (*Preference Mapping*).
- Identificar los atributos más valiosos para posicionar una marca (análisis *Conjoint*).

Sin embargo, la respuesta a los retos específicos de clasificar el sabor y aroma del café en función de las diferentes variedades, el impacto de los factores de proceso, materiales de empaque, etc., o la comprensión de las reacciones y conductas del consumidor frente a los diferentes tipos de café requiere de la implementación de estrategias metodológicas más exhaustivas que permitan involucrar la combinación de diferentes protocolos de prueba y el uso de análisis estadísticos convenientes que admitan poner en evidencia la significancia de alguna diferencia o el impacto de los factores que atraen o son valorados por el consumidor. En cuanto a la identificación de variables de valor para el consumidor aún hay mucho camino por recorrer.

5.7. Oportunidades para Latinoamérica

Independientemente de que en el capítulo 4 se presenta un extenso análisis de las oportunidades para Latinoamérica (nicho de mercado para los cafés de calidad diferenciada, a detalle todos los aspectos relacionados a la importancia de las marcas registradas, las indicaciones geográficas y las denominaciones de origen y/o el trabajo que se viene desarrollando por programas regionales tales como PROMECAFE), en este apartado se quiere destacar la importancia de la innovación tecnológica en la comercialización y consumo del café y cómo, a pesar de las diferencias entre los mercados consumidores, se identifica un proceso de homogeneización de las tendencias, lo cual representa una brecha de oportunidad para los países latinoamericanos que pueden aprovechar el gran potencial y nicho de oportunidades identificadas que pueden resumirse en lo siguiente:

Desarrollo de tecnologías propias

Como muestra la presente revisión es evidente que los registros de patentes están concentrados en los países pertenecientes a los mercados de importadores de café; con la excepción de China (perteneciente al mercado emergente), básicamente no se encuentran registros de patente en los países latinoamericanos. Se requiere, por consiguiente, empezar a trabajar de forma estratégica para motivar el desarrollo de tecnologías propias que permitan incrementar las capacidades productivas y el incremento del valor para con ello aprovechar el consumo en el mercado interno en nuestros países, en especial el segmento de jóvenes.

Un ejemplo de las tecnologías que se pueden desarrollar para mejorar y controlar los procesos de secado y tostado que se describen en el apartado anterior (ingeniería en el procesado del café), es el desarrollo de un tostador continuo de lechos fuente en multietapa (CIATEJ-Unidad de Guadalajara, México. Patente: WO2015088304 A1). Este sistema consiste de un alimentador de sólidos en la parte superior de la columna que suministra, por gravedad, café “verde” o mezclas controladas de diversos tipos de granos de café que descienden por la columna con un contacto intenso y controlado con el aire a diferentes temperaturas en cada etapa (Figura 22).

Por lo novedoso de su diseño (sin zonas muertas ni partes móviles), simplicidad de construcción, facilidad de escalamiento, bajísima caída de presión por etapa debido al uso de tubos de arrastre,

estabilidad hidrodinámica, funcionamiento y control, y tostado continuo y uniforme, el sistema diseñado inicialmente por Arriola (1997) y consolidado posteriormente por Guatemala-Morales *et al.* (2015), presenta claras ventajas sobre diseños actualmente en el mercado y que se describen en detalle en una sesión anterior.

Esta tecnología o sistema denota la suma importancia de crear programas de apoyo para identificar y apoyar el desarrollo de tecnologías propias como la que se describe, para que estas puedan ser introducidas a las regiones productoras de Latinoamérica.

Desarrollo de nuevos productos

En este mismo sentido, se deben usar todas las capacidades presentes en nuestros países para el desarrollo de nuevos productos que permitan aprovechar los nichos de oportunidad que presentan las subtiendencias identificadas: productos “gourmet” y “premium” con características óptimas de calidad, trazabilidad, sabor, y textura, entre otras. Nuevos productos nutracéuticos, saludables y *light* que respondan a las actuales preocupaciones de segmentos de consumidores de los países emergentes para los cuales el elemento “salud” se convierte en uno de los elementos importantes en su elección de consumo. El café de los países latinoamericanos, con la ayuda de innovaciones y tecnologías propias, puede posicionarse en estos segmentos que como hemos visto presentan una fuerte expansión en los últimos años. En este sentido es de suma relevancia que los países latinoamericanos busquen un liderazgo en materia de desarrollo de formulaciones y nuevos productos en una materia prima de tanta relevancia histórica y cultural para la región.

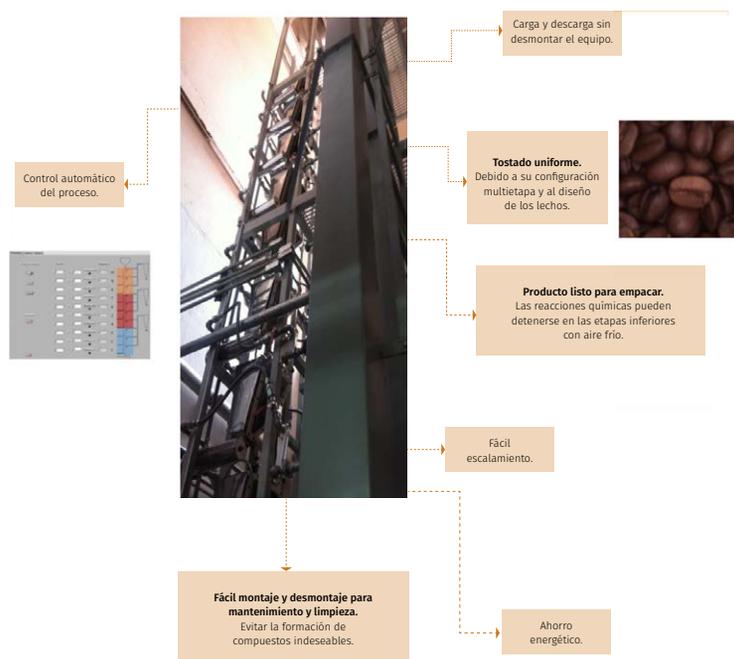


FIGURA 23. Sistema de lechos fuente en multietapa para el tostado de café.

Mirando al futuro: prospección tecnológica

Nuestro análisis muestra la importancia de las nuevas tecnologías y la innovación en la comercialización y consumo del café y es fácil argumentar que el futuro del consumo y comercialización del café estarán íntimamente relacionados con la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías que faciliten y empujen, en algunos casos, el incremento del consumo; es por eso que se vuelve de vital importancia en los países latinoamericanos el uso de nuevas herramientas como la prospección tecnológica, que nos permita conformar y organizar estructuras de inteligencia colaborativa e interdisciplinar para entender las dinámicas de los mercados, y apoyar la toma de decisiones estratégicas para el establecimiento de líneas y programas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I), su implementación, transferencia apropiada de tecnologías e innovaciones, y asimilación por parte de los actores de la cadena de valor del café.

La búsqueda tecnológica permitirá analizar e identificar las nuevas tendencias del mercado para generar programas de trabajo que coadyuven a la proyección de nuevas cadenas de valor y propuestas de estrategias sociales y políticas públicas adecuadas, que permitan impulsar el desarrollo regional con base en las necesidades actuales del mercado y bajo parámetros de rentabilidad, competitividad y sustentabilidad.

Usando la prospección tecnológica se podrán definir y desarrollar escenarios, rutas y visiones futuras de aquellos aspectos relevantes para el desarrollo regional de la cadena de valor del café que permitan aprovechar las potencialidades locales como por ejemplo la posibilidad de desarrollar nichos de mercado diferenciados: orgánico, tradicional, diferentes sabores, artesanal. Todos estos factores diferenciadores permitirán un mejor posicionamiento de los productos desarrollados en los países latinoamericanos.

Innovación

Es claro que no tenemos que transitar el mismo camino que el consumo de café ha recorrido (de la ola uno a la cuatro), podemos, con todas las herramientas disponibles, hacer un salto cuántico y utilizar y desarrollar tecnologías de avanzada que nos permitan estar a la vanguardia de los desarrollos que están produciéndose en la cadena de valor del café.

Es nuestra obligación identificar los vacíos y temas pendientes en nuestra región para implementar sistemas, procesos y productos que permitan un desarrollo competitivo y sustentable.

Hay que utilizar como fundamento el conocimiento a través de la innovación. Buscando siempre el beneficio e impacto favorable en la calidad de vida de los productores de café y sus familias; ya que los productores latinoamericanos son la base fundamental de esta gran cadena de valor y deben ser los primeros y más importantes beneficiados de los programas de desarrollo e impulso sustentado en la ciencia, tecnología e innovación.

Resumen

El capítulo 5 presenta la visión prospectiva de la cafeticultura latinoamericana y muestra cómo el panorama del mercado mundial del café ofrece grandes oportunidades, especialmente en los segmentos de los cafés de calidad. Además, nos habla de la enorme importancia social de este producto y la necesidad de apoyar y ejecutar programas promocionales para el consumo de los cafés de calidad diferenciada como un mecanismo para aumentar su consumo en los mercados internos. Este capítulo nos presenta la dinámica y evolución de la comercialización y consumo del café y su profunda relación con el desarrollo y evolución de nuevas tecnologías. A través de ejemplos se presenta la historia de la comercialización y las innovaciones tecnológicas que han hecho posible la popularización de este producto y que han definido las diferentes etapas u “olas” del consumo del café.

El análisis del panorama tecnológico actual en la comercialización y procesamiento del café presenta las tendencias y subtendencias globales claves en el consumo y las diferencias entre los mercados (importadores tradicionales, países exportadores y mercados emergentes) y como estas tendencias se ven claramente reflejadas en las tendencias tecnológicas. Lo que es importante entender es que se espera una homogeneización debido a la influencia de las redes sociales y las nuevas tecnologías de comunicación.

Las innovaciones tecnológicas no solo acompañan y facilitan el incremento del consumo, sino que también ayudan a crear nuevas tendencias y atraen nuevos consumidores. A través del análisis de patentes se muestra como los registros de patentes reflejan las tendencias y subtendencias de consumo ya identificadas. La innovación tecnológica y la protección de la propiedad intelectual han contribuido, de forma concluyente, a convertir un *commodity* de comercialización masiva, de relativamente bajo precio y bajo margen de ganancia, a un producto lujoso y altamente emotivo.

Las grandes empresas están leyendo perfectamente las tendencias de los diferentes segmentos de consumidores y han desarrollando tecnologías e innovaciones que acompañen estas tendencias y faciliten la expansión del consumo. Haciendo uso de análisis avanzados de datos, estas grandes empresas exploran y explotan nuevos mercados y tendencias, convirtiendo cada día más la cadena de valor del café en una cadena más sofisticada y con mercados altamente segmentados.

A pesar de la alta segmentación y la gran competencia, existen muy buenas oportunidades para los países latinoamericanos que pueden aprovechar el gran potencial y nicho de oportunidades identificadas a través del desarrollo de tecnologías propias, el incremento de nuevos productos y el uso de herramientas como la prospección tecnológica, la cual le permitirá definir y desarrollar escenarios, rutas y visiones futuras y aprovechar las potencialidades locales y regionales.

Se invita a identificar vacíos y temas pendientes y a utilizar el conocimiento como fundamento, y a través de la innovación buscar el beneficio de la calidad de vida de nuestros productores de café y sus familias. Todo esto enmarcado dentro de un desarrollo competitivo y sustentable que use como base fundamental la ciencia, la tecnología y la innovación.

VISIÓN PROSPECTIVA DE LA CAFICULTURA LATINOAMERICANA

Guillermo Canet y Carlos Soto

Los fenómenos económicos y sociales asociados a la globalización de la cultura y del comercio que se están desarrollando en gran cantidad de países, afectan también a la caficultura latinoamericana. La globalización genera nuevas oportunidades de mercado cuyo aprovechamiento requiere adaptabilidad y desarrollo de estrategias acordes con las nuevas condiciones. Los datos estadísticos de producción, exportación y consumo de café a nivel mundial muestran un gran crecimiento del mercado del café en las diferentes vertientes que lo componen; dependiendo de los aspectos culturales y de los cambiantes estilos de vida propios de cada país o región, se están presentando situaciones agradablemente novedosas –como es el caso de Brasil– y el gran incremento en el consumo interno que lo coloca casi al mismo nivel que los Estados Unidos como mayores consumidores de café; en otros casos como México, el gran aumento del consumo ocurre en el mercado del café soluble, mientras que en Estados Unidos y Europa el área de gran crecimiento es el mercado de los cafés especiales del tipo arábica de alta calidad, aparejado al *boom* del café espresso y sus modalidades promocionales en tiendas de comidas rápidas.

De modo paralelo los analistas de la OIC prevén un crecimiento importante de mercados con gran potencial en países muy poblados como los casos de China y la India y que los desarrollos del mercado de café se presentarán conforme el fenómeno de la globalización abarque la economía de estos países.

Relativamente reciente es el fenómeno denominado “la paradoja del café” que denota el crecimiento del mercado de cafés de alta calidad que ocurre aparejado con períodos de precios internacionales bajos del café que han afectado fuertemente a los productores latinoamericanos. Este fenómeno se puede afrontar mediante la promoción de los cafés de calidad especial, la cual están realizando como líderes Colombia y Costa Rica, quienes están colocando en modo creciente su producción en ese mercado. Las oportunidades constituyen desafíos y por ello demandan acciones conjuntas y decididas por parte de los productores y de los gobiernos para lograr que los cafés producidos en los países latinoamericanos se logren colocar en los mercados de cafés especiales, tomando en cuenta que son producidos y procesados a gran costo y que por ello su vocación es para ser cafés de alta calidad, y que los nichos de mercado de cafés especiales son la mejor opción para que el precio de venta del café oro se traslade a manos de los productores de café y de ese modo evitar que el fenómeno de la volatilidad de los precios continúe causando estragos en la economía de los caficultores.

6.1. El panorama actual del mercado mundial del café a criterio de la OIC y otros

A continuación se desglosan una serie de criterios emitidos por la OIC y otras fuentes de analistas con base en los eventos de mercado de los últimos cuatro años, entre cuyos propósitos está la orientación de los productores de café sobre las condiciones presentes en el mercado mundial de café y que muy probablemente se mantendrán a mediano plazo.

6.2. Los fenómenos de volatilidad de precios y los incrementos de la producción

A finales de 2013, los precios del café cayeron a su nivel más bajo en seis años y medio como consecuencia del excedente de producción sobre el volumen de consumo, lo cual pesó mucho en el comportamiento del mercado. Los precios históricamente altos del año 2011 habían proporcionado un incentivo para los productores para invertir y expandir su producción, lo que resultó en un récord de la producción mundial en dos años consecutivos en 2012-2013 y 2013-2014. La inelasticidad de la oferta y la demanda confrontada a los cambios de corto plazo en los precios del café promueve la volatilidad de los precios por la incapacidad del mercado de café para corregir fácilmente un superávit o déficit, a esta rigidez se debe el exceso de corrección con precios en descenso observados en los últimos años (OIC, 2014).

La reducción en la oferta mundial y el aumento sostenido del consumo han servido para reducir los inventarios existentes en las bodegas de los países importadores e impulsar los precios de las arábigas en los siguientes ciclos. La disponibilidad de los lotes de cafés lavados y suaves probablemente continuará cayendo (OIC, 2014).

De cara al futuro, parece probable que las oscilaciones de los precios van a continuar, especialmente en tanto que los factores ambientales como producto del cambio climático aumenten la probabilidad de desfases entre la oferta y la demanda en el corto plazo. No obstante, en términos del balance global del café, el panorama general parece positivo. Entre 1990 y 2012, la producción mundial aumentó

en más de un 50 %, sobre todo debido a la aparición de Vietnam como un productor importante. En muchos países, sin embargo, la tierra cultivable está disminuyendo y los costos de producción están incrementando, lo que sugiere que muchos productores pueden estar llegando a su punto de saturación. Salvo la aparición de un nuevo país productor importante, lo que parece poco probable, la producción tendrá que luchar para mantener una alta tasa de crecimiento en el futuro cercano (OIC, 2014).

6.3. El incremento en el consumo mundial de café

El aumento del comercio internacional y de los medios de comunicación globales ha impulsado una mayor homogeneidad en el consumo de productos, lo que ha provocado que tendencias culturales occidentales, como el consumo de café, sean adoptadas crecientemente en países de reciente apertura a la globalización. El crecimiento del consumo en los importadores tradicionales es lento. Por el contrario, en países emergentes como China, Rusia, India y Corea, el consumo crece rápidamente (OIC, 2014; Esguerra y Mc Allister, 2014).

6.4. El crecimiento del consumo en los mercados emergentes y en países exportadores

El consumo mundial de café, como contraparte, está prosperando debido a que el consumo en los países en los mercados emergentes y exportadores ha estado creciendo rápidamente y muestra un fuerte potencial de crecimiento. Los países exportadores cuyas perspectivas económicas son favorables a un mayor consumo de café son Brasil, Indonesia, India y México. El nivel de vida en algunos países exportadores de café sigue mejorando, creando un fuerte potencial de crecimiento en el consumo interno de café debido a una clase media en expansión. Los mercados emergentes se encuentran en los nuevos países industrializados que han experimentado un considerable desarrollo económico y social. Como grupo, estos mercados emergentes han registrado un crecimiento considerable en el consumo de café con un aumento de 10.2 millones de sacos en 1990 hasta 27.9 millones en 2012, lo que representa una tasa de crecimiento anual promedio de 4.7 %. A pesar de las altas tasas de crecimiento del consumo observadas en los países exportadores y en los mercados emergentes, el consumo per cápita sigue siendo allí relativamente bajo, con la excepción de Brasil. Esto demuestra la existencia de potencial para un mayor crecimiento en estos mercados, en particular los países más poblados como India y China. China es tanto consumidor como productor de café, y todos los aspectos del sector café están creciendo rápidamente. Las importaciones netas de café varían significativamente de un año a otro, de negativo a positivo en los últimos quince años; el consumo se ha incrementado significativamente a una tasa anual de casi el 13 %, el consumo per cápita en China es de tan solo 25 gramos, que es una cantidad muy baja, sin embargo si el consumo de café en China sigue manteniendo la misma tasa de crecimiento podría llegar a 2.8 millones de sacos en 2020, más o menos lo equivalente al consumo actual en el Reino Unido (OIC, 2014; Esguerra y Mc Allister, 2014).

Merece consideración especial el crecimiento del consumo de café en el ámbito interno de los países exportadores. El incremento de consumo en este nicho constituye un fenómeno beneficioso en crecimiento pues en 1990 el volumen consumido en los países exportadores representó el 22 % del

consumo mundial de café, en el año 2000 había crecido al 25 % y para el año 2013 el consumo en los países exportadores alcanzó el 31 % del total de café consumido. En contraposición el consumo en los mercados tradicionales que en 1990 representó el 63 % en el 2013 abarcó el 51 %, donde resulta claro que el mayor crecimiento del consumo se está dando en los países exportadores, aunque el crecimiento del consumo mantiene su progreso en los tres ámbitos del mercado: tradicionales, emergentes y países exportadores, pero con el mayor aceleramiento en los mercados emergentes y los países exportadores (OIC, 2014; Esguerra y Mc Allister, 2014).

El crecimiento del consumo de café en Norteamérica fue del 2.8 % en los últimos cuatro años debido principalmente al auge en las tiendas de cafés gourmet y sus preparados a base de espresso consumidos por los jóvenes. En países productores de África se reporta el mismo fenómeno de auge de tiendas de café con crecimiento del 2.6 % en el mismo período. A nivel global el mercado mundial de café ha crecido en 8.7 millones de sacos de 60 kg en el período referido, esto es los últimos 4 años. La empresa estadounidense *Starbucks*, con un crecimiento sostenido patente por la apertura constante de cafeterías tanto en los Estados Unidos como en otros países, constituye la demostración visible del fenómeno creciente de las cafeterías que promueven tanto el consumo de espresso y sus preparados como el consumo de cafés gourmet (OIC, 2016).

Sobre la base de todo lo anotado arriba las perspectivas de crecimiento de la demanda mundial de café siguen siendo prometedoras, sobre todo en los mercados emergentes y en los países exportadores, además de la expansión de los nichos de mercado en los países consumidores tradicionales. Este crecimiento del consumo debería ayudar a mantener un equilibrio ajustado entre la oferta y la demanda. Se prevé un crecimiento sostenido del mercado de café mayor al 1.2 % anual durante los próximos 10 años en un escenario donde no se espera la aparición de un nuevo gran productor y que por lo tanto demandará incrementos en la productividad de los cafetales de todos los países productores, situación que conduce a grandes oportunidades y desafíos para la caficultura latinoamericana (OIC, 2014; Esguerra y Mc Allister, 2014).

6.5. El mercado de los cafés de alta calidad

Aunque muchos mercados tradicionales están creciendo solo modestamente, con un nivel de consumo en muchos países que parece haber alcanzado el punto de saturación, aún existen varios nichos con oportunidades dinámicas para que los productores se beneficien, como el caso de los mercados de café de especialidad y los de cafés certificados. Un factor de gran aporte durante los últimos 50 años reside en la percepción de café como un producto saludable resultado del desarrollo de investigación científica sobre las propiedades positivas del café para la salud de sus consumidores. El más alto potencial de crecimiento comercial en la caficultura se basa en la especialización y diferenciación. Crece la demanda por cafés que garantizan, a través de certificaciones y estándares de calidad, la inocuidad del café –orgánicos, rastreables, *food safety*–. En los mercados más desarrollados, los expertos pronostican una mayor preocupación por asuntos ambientales y sociales, especialmente de los temas éticos que han emergido

no solo como una diferenciación competitiva, sino también como un elemento fundamental así como un requisito para la participación en ciertos sectores del mercado (OIC, 2014; Montoya y Montoya, 2011).

Los cafés especiales son los que reúnen la más alta calidad, un sabor particular y están cultivados en condiciones de clima, suelo y altura particularmente favorables. Un café se considera especial cuando es percibido y valorado por los consumidores por alguna característica que lo diferencia de los cafés convencionales, por lo cual están dispuestos a pagar un precio superior. Para que ese café sea efectivamente especial, el mayor valor que los consumidores están dispuestos a costear debe representar también un beneficio para el productor de café (Montoya y Montoya, 2011).

La participación de los cafés de calidad especial ha alcanzado el 20 % del mercado para el año 2013, habiéndose iniciado apenas alrededor del año 1990 contando entonces solamente con el entusiasmo de organizaciones privadas en los Estados Unidos y algunos países productores de Latinoamérica. De particular interés resultan los casos de Colombia y Costa Rica y el incremento logrado en la colocación de su café con sobreprecio en nichos de mercado compuestos por tostadores independientes. En Colombia el crecimiento en el valor de las ventas de café con valor agregado ha significado que el aporte de exportación pasara del 12 % sobre el total en el año 2000, al 53 % en el 2010; en el año 2000 la participación de los cafés especiales en las exportaciones colombianas era del 2 % y para el 2015 fue del 28 %. En Costa Rica se reporta que el café de calidad especial ocupa el 45 % del volumen total exportado por ese país para la cosecha 2014-2015, para un segmento que inició su promoción tan solo desde el año 2000. A nivel mundial el sector de los cafés de calidad especial ha mostrado un crecimiento sostenido del 4.5 % desde el año 2000. Los principales mercados para la comercialización de cafés especiales son Japón y Estados Unidos; en menor cantidad, se exporta a los mercados de Bélgica, Italia, España y Reino Unido. Colombia ha realizado negociaciones con otros países como Australia, Nueva Zelanda y China, que le permiten la venta de café con valor agregado en diferentes presentaciones: bolsas, frascos y a granel, ofrecidas directamente en un apreciable número de supermercados de estos países (Montoya y Montoya, 2011; Esguerra y Mc Allister, 2014).

6.6. El cambio climático y las perspectivas para la producción mundial de café

La producción mundial de café aumentó de forma constante durante los últimos 50 años a pesar de las perturbaciones climáticas. Será difícil mantener esta tendencia, principalmente a causa del continuo aumento de los costos de producción, así como los problemas relacionados con las plagas y enfermedades que pueden afectar la constancia de este crecimiento de la producción; sin embargo, el cambio climático también podría tener un impacto negativo en la producción en muchos países, a menos que urgentes desarrollos de investigación se lleven a cabo sobre las posibles medidas de adaptación para afrontar las condiciones que se presentarán en el clima planetario (CEPAL, 2016).

El cambio climático puede afectar el crecimiento y la producción de las plantas como resultado de la propagación de plagas y enfermedades. Entre los impactos previstos están la mayor exposición al

estrés calórico, los cambios del régimen pluviométrico, el mayor lavado de nutrientes de la tierra por las lluvias intensas, mayor erosión debido a vientos más fuertes y mayor número de incendios forestales en regiones más secas. El incremento de la temperatura ha facilitado en muchos casos la invasión de ecosistemas por especies exóticas que desplazan a las nativas, alterando la estructura y función de los ecosistemas, así como el desarrollo de las especies comerciales utilizadas para consumo humano. En la última década se ha hecho más evidente el inicio de un período de cambio climático a nivel planetario, el cual es originado por el incremento en las concentraciones de gases de efecto invernadero derivados de las actividades humanas, y con lo cual se ha incrementado la temperatura a nivel global y se ha afectado la distribución geográfica y la cantidad de precipitación. Uno de los cultivos más sensibles a las variaciones climáticas tanto en sus ciclos reproductivos como vegetativos es el café, principalmente en lo que respecta a cambios en la humedad del suelo y de la atmósfera circundante a la plantación. La epidemia de la roya que devastó a México, Centroamérica y el Caribe en el año 2012, se debió a la concurrencia de condiciones favorables para la propagación de la roya por tratarse de cafetos envejecidos y desnutridos en los cafetales afectados, sumado a las fluctuaciones climáticas drásticas de precipitación y temperatura ocurridas en los dos años anteriores (CEPAL, 2016; CEPAL y CAC/SICA, 2014).

6.7. Las alternativas de producción de café frente al impacto del cambio climático

Los investigadores de caficultura en sistemas agroforestales han demostrado la resiliencia de los sistemas de caficultura con sombra regulada ante los impactos del cambio climático, y por lo tanto esta modalidad de cultivo constituye sin duda la alternativa a seguir por parte de los productores de café de la región latinoamericana desde Perú hasta México. La protección de suelos y aguas es facultada por la presencia arbórea en las plantaciones, el mantenimiento del contenido de materia orgánica en los suelos es esencial para la producción agrícola sostenible, y los productos naturales de las forestas proveen estos materiales en el cafetal; la agroforestería proporciona las condiciones para el mantenimiento de microclimas favorables para la productividad de los cafetos y por otra parte amortigua los efectos negativos de la escorrentía ocasionada por lluvias intensas que constituyen uno de los elementos típicos del cambio climático; de modo paralelo la presencia arbórea evita condiciones favorables a las enfermedades fungosas como lo son las corrientes de vientos fríos o la mojadura prolongada de las hojas de los cafetos. La biodiversidad propiciada por los sistemas agroforestales permite a su vez el control natural de plagas y enfermedades que por el contrario proliferaron con la implementación de los sistemas de cultivo de café sin sombra. En el capítulo 3 se discute extensamente sobre esta temática (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

6.8. Las acciones inmediatas que deben promover los organismos gubernamentales

El análisis *a posteriori* de la epidemia de la roya ocurrida en el 2012 reveló que uno de los factores de mayor importancia que favorecieron el avance de la enfermedad reside en la existencia de cafetales envejecidos con cafetos de edades mayores a 25 o incluso 30 años. De modo paralelo, los investigadores señalan que en la región centroamericana se mantiene el cultivo predominante de variedades de café susceptibles a la roya del café (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

Colombia ejemplificó el abordaje de las epidemias de roya cuando en el 2008 ejecutó un programa de renovación de cafetales con las variedades Colombia y Castillo, que ahora abarcan el 26 % del área cafetalera colombiana. El caso paralelo más reciente es el de Honduras que ha ejecutado su programa de renovación de cafetales con variedades resistentes y cuya producción se pronostica que alcanzará la cifra récord de 6.1 millones de sacos de 60 kg para la cosecha 2016-2017 (Cristancho *et al.*, 2012; OIC, 2016).

Resulta evidente que estos programas de renovación de cafetales atacan en dos frentes la problemática de las enfermedades fungosas, por un lado se implementan cafetales jóvenes y vigorosos y por otra parte esos cafetales quedan conformados por cafetos resistentes a la roya, enfermedad que ha demostrado ser la mayor amenaza provocada por efecto del cambio climático.

Resumen

El panorama presente y futuro del mercado mundial de café ofrece grandes oportunidades para el mantenimiento y crecimiento de la caficultura latinoamericana. El consumo de café crece en los mercados aptos para el café arábica lavado. La tendencia de los precios de este tipo de café mantiene un comportamiento en el último quinquenio favorable para este producto, sin embargo el sector de mayor crecimiento y de mejores precios reside en el segmento de los cafés de calidad especial; no obstante la producción y procesamiento de este tipo de producto requiere de un esfuerzo extraordinario para su producción y particularmente para su proceso de beneficiado en todas sus etapas.

De modo paralelo los mercados de café de calidad especial son cada vez más exigentes en los temas de sostenibilidad ambiental y social de la caficultura. Los consumidores y los gobiernos de los países consumidores demuestran exigencia e interés crecientes por la caficultura desarrollada en sistemas de cultivo que protejan y conserven el medio ambiente en todos los aspectos de la industria cafetalera. Por otra parte, el consumo de café también es impulsado por las investigaciones que demuestran su efecto positivo para la salud de los consumidores. La temática de mercadeo de café involucra obligadamente la aplicación de sistemas de cultivo sostenibles ambientalmente, pero también los temas de la sostenibilidad social y de la competitividad de la bebida de café en el mercado de mundial de bebidas son de gran relevancia.

La caficultura resulta de enorme importancia social en todos los países de Latinoamérica en tanto que es el medio de vida de infinidad de comunidades rurales extendidas en todos los países desde Perú hasta México. El apoyo requerido para la caficultura contempla la ejecución de programas de renovación de cafetales con la siembra de variedades resistentes a las principales enfermedades y la implementación de sistemas de cultivo con sombra regulada, y por tanto con vocación a la agricultura agroforestal.

De igual forma, el apoyo y la ejecución de programas promocionales para los cafés de calidad diferenciada realizada tanto a nivel interno como externo de los países productores de café, tendrán

como objetivo que los mismos agricultores puedan aumentar su conocimiento en los temas relativos a la producción y procesamiento esmerados y su potencial como mecanismo necesario para la promoción del café en los mercados donde hay disposición de los consumidores a pagar precios mayores en función de la obtención de productos de consumo humano de mejor calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriola Guevara, E. 1997. Residence time distribution of solids in staged spouted beds, Ph. D. thesis, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EUA. 184 p.
- Avelino, J. 2013. Efectos de la sombra sobre la roya anaranjada del café (*Hemileia vastatrix*). Presentación, CIRAD/IICA/PROMECAFE/CATIE, El Salvador. 16 p.
- Avelino, J. y Rivas, G. 2013. La roya anaranjada del café. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036>. Consultado el 04 de junio de 2016.
- Avelino, J. *et al.* 2006. The intensity of a coffee rust epidemic is dependent on production situations. *Ecological Modelling* 197:431-447. Disponible en: DOI 10.1016/j.ecolmodel.2006.03.013. Consultado el 06 de junio de 2016.
- Bacon, C.; Méndez, V. 2008. *Cultivating Sustainable Coffee: Persistent Paradoxes*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. p. 337-366.
- Barquero, M. 2013. Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto. ICAFE, Costa Rica, 63 p.
- Bertrand, Benoît, y Rapidel (editores). 1999. *Desafíos de la caficultura en Centroamérica*, San José, Costa Rica: NCA/PROMECAFE/CIRAD/IRD/CCCR/FRANCIA, 496 p.
- Bicho, N. C., Leitão, A. E., Ramalho, J. C., de Alvarenga, N. B., y Lidon, F. C. 2013. Impact of roasting time on the sensory profile of arabica and robusta coffee. *Ecology of Food and Nutrition*, 52(2):163-177.
- Bosselmann A. S. 2012. Mediating factors of land use change among coffee farmers in a biological corridor, *Ecological Economics* 80:79-88.
- Brando, C. 2012. *Brasil el país del café: Oportunidades y amenazas*. P&A Marketing Internacional. Presentación de Power Point. 24 p.
- Cárdenas, R.; Martins, R.; Garcia, C.; Borges, D. 2009. Spatio-temporal modelling of coffee berry borer infestation patterns accounting for inflation of zeroes and missing values. *Scientia Agricola*. p. 99-109.

- Cárdenas, J. 1994. La industria del café en Colombia: Presentación de un país productor. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. SINTERCAFE. San José, Costa Rica, 17 noviembre 1993, s.e. 16 p.
- CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). 2014. Producción y mercado de café en el mundo y en México. Ciudad de México. 18 p.
- CEFP (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de México). 2001. El mercado del café en México. 37 p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2016. Seguridad alimentaria, nutrición y erradicación del hambre. CELAC 2025, Elementos para el debate. S. 16-00707 © Naciones Unidas, Santiago, Chile, s.e. 97 p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) y CAC/SICA (Consejo Agropecuario Centroamericano del Sistema de la Integración Centroamericano). 2014. Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica, LC/MEX/L. Ciudad de México. 125 p.
- Coffee Quality Institute. 2016. Trish Rothgeb - Coffee Quality Institute. Disponible en: <https://www.coffeeinstitute.org/about-us/staff-board/trish-rothgeb-bio/>. Consultado el 4 de octubre de 2016.
- Conley, J. G., Bican, P. M., & Ernst, H. (2013). Value articulation: A framework for the strategic management of intellectual property. *California Management Review*, 55(4), 102-120. DOI: 10.1525/cmr.2013.55.4.102
- Craft Beverage Jobs. 2016. The History of First, Second, and Third Wave Coffee | Craft Beverage Jobs. Disponible en: <https://www.craftbeveragejobs.com/the-history-of-first-second-and-third-wave-coffee-22315/>. Consultado el 4 de octubre de 2016.
- Cristancho, M. A.; Rozo, Y.; Escobar, C.; Rivillas, C. A.; Gaitán, A. L. 2012. Outbreak of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*) in Colombia. *New Disease Reports* 25(19). Disponible en: DOI10.5197/j.2044-0588.2012.025.019. Consultado el 08 de junio de 2016.
- Czerny, M., Mayer, F., y Grosch, W. 1999. Sensory study on the character impact odorants of roasted arabica coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(2):695-699.
- Donfrancesco B. Di; Gutierrez Guzman N., and Chambers IV, E. 2014. Comparison of results from cupping and descriptive Sensory analysis of colombian brewed coffee. *Journal of Sensory Studies* 29:301-311.
- Esguerra, M.; Mc Allister, D. 2014. El mercado internacional del café: situación actual y perspectivas. Presentación de Power Point. Bogotá, Colombia . 26 p. Disponible en: <http://www.urosario.edu.co/Home/Principal/Orgullo-Rosarista/Adjuntos/Mision-del-Cafe/Mercado-Internacional-del-cafe-Pilar-Esguerra/> Consultado el 25 de junio de 2016.
- Farah, Adriana. 2012. Coffee: Emerging health effects and disease prevention, cap. 2 "Coffee constituents", first edition. Edited by Yi-Fang Chu. John Wiley & Sons, Inc. Published by Blackwell Publishing Ltd. 300 p.
- FLOCERT. 2015. Quality Manual ed. Versión: 57/30.09.2015. 30 p.
- Folgerscoffee.com. 2016. Folgers Coffee History - Folgers Coffee. Disponible en: <https://www.folgerscoffee.com/about-us/folgers-history>. Consultado el 4 de octubre de 2016.
- Fox, M. 2015. Vincent Marotta, a creator of Mr. Coffee, dies at 91. Disponible en: https://www.nytimes.com/2015/08/04/business/vincent-marotta-sr-a-creator-of-mr-coffee-dies-at-91.html?_r=0. Consultado el 4 de octubre de 2016.
- Gloess, A.N., Schönbächler, B., Klopprogge, B. et al. *Eur Food Res Technol* (2013) 236:607. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-1917-x>.
- Guatemala-Morales, G. M.; Arriola-Guevara, E.; Rodríguez, I.; Orozco, A.; Alba y García Fajardo, J. A. 2015. Sistema neumático vertical multietapa para el procesamiento en continuo de sólidos con aire, gases y/o vapores. Patente: WO2015088304 A1.
- Gunther, M. 2015. The good, the bad and the ugly: sustainability at Nespresso. Disponible en: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/may/27/nespresso-sustainability-transparency-recycling-coffee-pods-values-aluminum>. Consultado 2016.
- Hillsbros.com. 2016. History - Hills Bros. Coffee - A Taste of San Francisco™. Disponible en: <https://www.hillsbros.com/history/>. Consultado el 4 de octubre de 2016.
- ICAFFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2014. Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica. San José, Costa Rica. 101 p.
- ICAFFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2011. Guía técnica para el cultivo del café. Heredia, Costa Rica. ICAFFE-CICAFFE, 72 p.
- ICAFFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2006. Indicaciones Geográficas y Denominaciones de Origen: Algunos fundamentos y metodologías con ejemplos de Costa Rica sobre café. ICAFFE, 36 p.
- IHCAGE (Instituto Hondureño del Café). 2012. Guía Técnica de plagas del café. Honduras. p. 176-191.

- Jaffee, D. 2009. *Brewing Justice: Fair trade coffee, sustainability and survival*. University of California press, Berkeley, California, 2007, 331 p.
- Jha, S.; Bacon, C. M.; Philpott, S. M.; Mendez, V. E.; Laderach, P. y Rice, R. A. 2014. Shade coffee: Update on a disappearing refuge for biodiversity, *BioScience* 64(5). p. 416-428.
- Kirk, R. S.; Sawyer, R. y Egan, E. 1996. *Composición y análisis de alimentos de Pearson*. Editorial CECSA, segunda edición. 777 p.
- Lin, B. 2007. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology* 144:85-94.
- Lucas, L. 2013. A rack of nespresso capsules at the nespresso production and distribution centre in avenches. Disponible en: <https://www.ft.com>. Octubre 2016.
- Mayer, F.; Czerny, M. y Grosch, W. 2000. Sensory study of the character impact aroma compounds of a coffee beverage. *European Food Research and Technology* 211(4):272-276.
- Méndez, V. E.; Bacon, C. M.; Olson, M.; Morris, K. S. y Shattuck, A. 2010. Agrobiodiversity and shade coffee smallholder livelihoods: A review and synthesis of ten years of research in Central America, *Professional Geographer* 62:357-376.
- Montoya, J. y Montoya, V. 2011. Café especial: alternativa para la caficultura de Risaralda. *Revista Académica e Institucional*, UCP 89:93-105.
- Navarro, L. 2015. El cambio climático y la caficultura: La caficultura peruana, ayer y hoy. Cámara Peruana de Café y Cacao. Disponible en: <http://infocafes.com/portal/biblioteca/el-cambio-climatico-y-la-caficultura-la-caficultura-peruana-ayer-y-hoy/>. Octubre 2015, s.e. 11p. Consultado el 12 de junio de 2016.
- OIC (Organización Internacional del Café). 2016. *Coffee market report*. Junio 2016. 6 p.
- OIC (Organización Internacional del Café). 2014. *World coffee trade (1963-2013): A review of the markets, challenges and opportunities facing the sector*. Londres, Inglaterra. 29 p.
- Orozco, S. C.; Cantarero, P. V.; Rodríguez M., J. F. 1998. *Tratamiento de residuos del café*. Matagalpa, Nicaragua: IICA-PROMECAFE/PEICCE/ICAPE. 12 p.
- Ortiz Monasterio, J. 2013. Infusión en frío, la nueva manera de preparar café. Disponible en: <https://www.animalgourmet.com/2013/07/23/infusion-en-frio-la-nueva-manera-de-preparar-cafe/>. Consultado el 23 de julio de 2013.
- Overbosch, P.; Afterof, W. G. M. y Haring, P. G. M. 1991. Flavor release in the mouth. *Food Rev. Int.* 7:137-184.
- Pham, Diep Ngoc. 2015. Instant coffee demand brings Vietnam up the caffeine value chain. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-08-02/instant-coffee-demand-brings-vietnam-up-the-caffeine-value-chain>. Consultado en octubre 2015.
- Piñeiro, et al. 2014. Los efectos de la roya en las economías centroamericanas. International Food Policy Research Institute. International Food Policy Research Institute, CGIAR. s.e., 45 p.
- Puerta, Q. 1998. Calidad en taza de las variedades de *coffea arabica* cultivadas en Colombia. Bogotá, Colombia, CENICAFE 49(4): 265-278.
- Quiroga, et al. 2014. Exploring coffee farmers awareness about climate change and water needs: Smallholders' perceptions of adaptive capacity. *Environmental science & policy* 45 (2015) p. 53-66., s.e. Disponible en www.sciencedirect.com, journal homepage: www.elsevier.com/locate/envsci, Consultado el 13 de junio de 2016, 4p.
- Rainforest Alliance. 2001. *Coffee and its Role in the Americas*. Disponible en: <http://www.rainforest-alliance.org/sites/default/files/uploads/pdfs/curricula/conservation-coffee.pdf>. Consultado el 15 de junio de 2016, 4 p.
- Renard, M. 2010. In the Name of Conservation: Café practices and fair trade in Mexico. *Journal of Business Ethics* 92:287-299. Disponible en: DOI 10.1007/s10551-010-0584-0. Consultado el 21 de junio de 2016.
- Rice, R. 2001. Noble goals and challenging terrain: Organic and fair trade coffee movements in the global marketplace. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 14:39-66, Kluwer Academic Publishers. Holanda.
- Rice, P. D. y McLean, J. 1999. Sustainable coffee at the crossroads. Consumer's Choice Council, s.e., 11p. Consultado el 20 de junio de 2016.
- Rice, R. 1996. Sun versus shade coffee: Trends and consequences. Seminar on coffee and the environment. Held at the International Coffee Organization, Londres, Inglaterra, 27 y 28 de mayo de 1996.
- Rivillas, O. C.; Serna, G. C.; Cristancho, A. M.; Gaitán, B. A. 2011. La roya del café en Colombia (impacto, manejos y costos del control, resultados de investigación). Chinchiná, Caldas, Colombia, CENICAFÉ, 53 p.

- Sacco dos Anjos, F.; Belik, W.; Velleda Caldas, N. 2011. La caficultura en Brasil. Evolución, situación actual y nuevos retos cara al futuro. *Mundo Agrario*, vol. 12, Nº 23, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Samper, L. F. 2014. Estrategia de protección del origen del café de Colombia. Federación de Cafeteros de Colombia. 26 p.
- Schüßler, L. 2009. Protecting 'Single-Origin Coffee' within the global coffee market: The role of Geographical Indications and Trademarks. Vol. 10, Nº 1, pp. 149-185. Disponible en: <https://www.esteyjournal.com>. Consultado el 19 de junio de 2016.
- Schwartzberg, H. G. 2005. Evolution of coffee roasting. AICHE, Annual Meeting, Conference Proceedings. 14 p.
- SECAC (Secretaría Ejecutiva del Consejo Agropecuario de Centroamérica). 2013. Programa integrado de combate a la roya del café y recuperación de la capacidad productiva en Centroamérica, plan de acción con medidas inmediatas. PROMECAFE, IICA, SECAC, CATIE, CIRAD, FAO, PMA, RUTA CAC, OIRSA, PRESANCA II, CEPAL, BCIE, BID. 14 p.
- Sepúlveda, W.; Chekmam, L.; Maza, M. y Mancilla, N. 2016. Consumers preference for the origin and quality attributes associated with production of specialty coffees: Results from a cross-cultural study. *Food Research International*. Food Research International (2016), Disponible en: DOI: 10.1016/j.foodres.2016.03.039. 25 p.
- Smith, K. A. 2014. Is There a Future for Instant Coffee? Disponible en: <https://www.smithsonian.com>. Consultado en octubre 2016.
- Sunarharuma, W. B.; Williams David, J.; Smyth Heather, E. 2014. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. Review. *Food Research International* 62:315-325.
- The global soluble coffee market through 2016. Disponible en: <https://www.jganesconsulting.com>. 88 p.
- Trugo, L. C. y Macrae, R. 1984. Study of the effect of roasting on the chlorogenic acid composition of coffee using HPLC. *Food Chem.* 15:219-227.
- Valkila, J.; Nygren, A. 2009. Impacts of fair trade certification on coffee farmers, cooperatives, and laborers in Nicaragua. *Agric Hum Values*. Disponible en: DOI10.1007/s10460-009-9208-7. Consultado el 18 de junio de 2016.
- Van Rikxoort, H.; Schorth, G.; Laderach, P. y Rodriguez, B. 2014. Carbon footprints and carbon stocks reveal climate-friendly coffee production. *Agronomy for Sustainable Development*. 12 p.
- Virginio Filho, E.; Astorga, C. 2015. Prevención y control de la roya del café; manual de buenas prácticas para técnicos y facilitadores. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 98 p.
- Wikipedia. 2016. Maxwell House. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Maxwell_House. Consultado el 4 de octubre de 2016.
- Williams-Guillén, K. *et al.* 2014. Market-Based incentives for the conservation of ecosystem services in agricultural landscapes. Elsevier Inc. Disponible en: DOI: 10.1016/B978-0-444-52512-3.00011-5. s.e., p. 171-185. Consultado el 24 de junio de 2016.

“El Colegio de Postgraduados está comprometido con el manejo responsable de los productos forestales, es por ello que buscamos a través de nuestros proveedores de impresión apoyar al **Forest Stewardship Council**, principal organismo internacional de certificación forestal. Las publicaciones que editamos y que llevan la etiqueta  han sido impresas en papel certificado FSC, lo cual garantiza que dicho papel proviene de fuentes responsables y ha sido custodiado en todos los pasos del proceso desde su elaboración hasta la impresión”.

CAFICULTURA. PANORAMA ACTUAL EN AMÉRICA LATINA

se terminó de imprimir en
CONTENT DELIVERY MÉXICO, S DE RL DE CV
octubre 2017

El café es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica a nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del petróleo en materia de cifras de comercio internacional generando ingresos anuales mayores a \$ 15 millones USD para los países exportadores y brinda fuente de trabajo a más de 20 millones de personas. Su bebida es esencial en la vida diaria de las diferentes poblaciones en todo el planeta, donde se disfruta en el desayuno o como complemento de las actividades del quehacer diario. El panorama presente y futuro del mercado mundial de café ofrece grandes oportunidades para el mantenimiento y crecimiento de la caficultura latinoamericana.

En la región mesoamericana predominan los sistemas de agroforestería para el cultivo de café constituidos por cantidad de cafetos plantados en un contexto arbóreo. En la actualidad, el 90 % de la producción cafetera está en manos de pequeños productores en la región comprendida desde Perú hasta México.

El IICA presenta esta obra con el objetivo de brindar las alternativas que el conocimiento actualizado provee para la conducción acertada y sostenible de la producción agrícola de café en la región latinoamericana. En el momento presente el gran auge del consumo de café ofrece magníficas oportunidades aparejadas con grandes desafíos, particularmente en el área de comercialización cuyo elemento clave lo constituye la desvinculación del café con su condición definida tradicionalmente como un *commodity*, apelativo que lo ha arrastrado a condiciones injustas y muy desfavorables para los agricultores.



bba BIBLIOTECA BÁSICA
DE AGRICULTURA

ISBN 978-607-715-358-0

